



Melhoria da Eficiência em Armazém Híbrido

ANDREIA MARGARIDA SANTOS FREITAS

novembro de 2018

MELHORIA DA EFICIÊNCIA EM ARMAZÉM HÍBRIDO

Andreia Margarida Santos Freitas
1130292

2018

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica

MELHORIA DA EFICIÊNCIA EM ARMAZÉM HÍBRIDO

Andreia Margarida Santos Freitas
1130292

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, realizada sob a orientação do Doutor Francisco José Gomes da Silva, Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Mecânica do ISEP e do Doutor Luís Carlos Ramos Nunes Pinto Ferreira, Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Mecânica do ISEP.

2018

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica

JÚRI

Presidente

Mestre/Especialista José Carlos Vieira de Sá

Professor Adjunto Convidado, Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Orientador

Doutor Francisco José Gomes da Silva

Professor Adjunto, Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Co-orientador

Doutor Luís Carlos Ramos Nunes Pinto Ferreira

Professor Adjunto, Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Arguente

Doutora Carla Alexandra Soares Geraldès

Professora Adjunta, Departamento de Gestão Industrial, Instituto Politécnico de Bragança

“A vida é uma pena: nós escolhemos se a queremos cumprir ou se a usamos para voar.”

AGRADECIMENTOS

“A felicidade aparece para aqueles que reconhecem a importância das pessoas que
passam na sua vida.”

Clarice Lispector

Quero reconhecer a importância dos meus pilares: a minha família e os meus amigos.
Por estarem comigo, sempre.

Um agradecimento muito especial ao Doutor Francisco José Gomes da Silva, pela forma
exemplar como trabalha, pelo auxílio incansável a que se propõe, pelos ensinamentos a
todos os níveis. Pela força, pela motivação e por acreditar em mim.

Agradeço também ao Doutor Luís Carlos Ramos Nunes Pinto Ferreira pela sua
disponibilidade imediata durante o desenvolvimento do trabalho.

À Administração da organização CaetanoBus, pela oportunidade fantástica de poder
integrar num trabalho em contexto industrial. Um agradecimento particular ao
Engenheiro Jorge Viterbo, pelo constante acompanhamento e pelas suas palavras e ao
Engenheiro Ivo Sá, pela oportunidade de interação numa área bastante desafiante e
pelos ensinamentos a cada reunião. Admito o esforço e a dedicação de todas as pessoas
com quem interagi diariamente, tanto nos escritórios, como no armazém e na produção.

Aos meus colegas por me incentivarem e ao ISEP, por me fazer crescer pessoal e
profissionalmente.

PALAVRAS CHAVE

CaetanoBus; Logística; Gestão de armazém; *Lean Manufacturing*; Armazém Híbrido.

RESUMO

A globalização do mercado, associada à crise económica e à crescente exigência dos clientes, levou a uma enorme competitividade entre as empresas. Tais fatores impulsionaram o aparecimento de inúmeros métodos de gestão, de forma a melhorar o desempenho dos colaboradores. É, portanto, imprescindível que as organizações otimizem os processos internos com o objetivo de minimizar ou eliminar os desperdícios, reduzindo os seus custos. A logística tem assumido uma posição determinante na cadeia de abastecimento de cada organização. Estas pretendem satisfazer as necessidades dos seus clientes, a partir do lema “fazer mais com menos”. Nesse sentido, é crucial promover a normalização do trabalho e permitir um fluxo sem desperdícios na cadeia de valor.

O trabalho desenvolvido no armazém híbrido da CaetanoBus permite detetar reclamações logísticas relacionadas com falhas de comunicação entre os colaboradores, bem como a reduzida eficiência nas atividades como conferência de matérias-primas e componentes e respetivo *picking*; a falta de espaço para a sua receção e armazenamento e o não cumprimento do sistema de gestão de *stocks FIFO* (condição imposta pela Administração).

À data de conclusão do trabalho, confirma-se a implementação do novo *layout* na receção e após-venda; a apresentação de várias propostas de solução para alteração do *layout* do lote e a implementação de inúmeras ações de melhoria nesta zona, a partir da filosofia *Kaizen*; a ocorrência de uma atividade *Jishuken* na área de armazenamento de vidros, com implementação do *layout* proposto e, também, das ações de melhoria contínua na célula de preparação de vidros, a partir da filosofia *Kaizen* e da metodologia 5S, assim como algumas ações de formação para os colaboradores, com auxílio de variadas instruções de trabalho concebidas. Os benefícios obtidos incidem, essencialmente, na redefinição do espaço e dos fluxos logísticos internos, tornando o trabalho mais eficiente e intuitivo, minimizando-se erros a partir da otimização de processos internos no armazém híbrido. Apresentam-se propostas de melhoria para otimização da atividade de *picking* e, ainda, propostas de trabalho futuro no armazém da organização (implementação de um sistema de gestão de armazéns – *WMS*).

KEYWORDS

CaetanoBus; Logistics; Warehouse Management; Lean Manufacturing; Hybrid Warehouse.

ABSTRACT

The globalization of the market, coupled with the economic crisis and increasing customer demand, has led to enormous competition between companies. These factors led to the emergence of innumerable management methods to improve employee performance. It is therefore imperative that organizations optimize internal processes with the aim of minimizing or eliminating waste, reducing their costs. Logistics has taken a leading position in each organization's supply chain. These are intended to meet the needs of their customers, from the motto "do more with less". In this sense, it is crucial to promote the normalization of work and to allow a flow without wastage in the value chain.

The work developed in the hybrid warehouse of CaetanoBus allows to detect logistic complaints related to communication failures between employees, the reduced efficiency in the activities like conference of raw materials and components and respective picking; the lack of space for their receipt and storage, and failure to comply with the FIFO stock management system (condition imposed by the Administration).

At the conclusion of the work, the implementation of the new reception and after-sales layout is confirmed; the presentation of several proposals for a solution to change the layout of the lot and the implementation of numerous improvement actions in this area, based on the Kaizen philosophy; the occurrence of a Jishuken activity in the glass storage area, with the implementation of the proposed layout and also the actions of continuous improvement in the glass preparation cell, from the Kaizen philosophy and the 5S methodology, as well as some training actions for the employees, with the help of various designed work instructions. The benefits obtained essentially focus on the redefinition of the space and the internal logistical flows, making the work more efficient and intuitive, minimizing errors from the optimization of internal processes in the hybrid warehouse. Proposals for improvement to optimize the picking activity and proposals for future work in the organization's warehouse (implementation of a warehouse management system - WMS) are presented.

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

Lista de Abreviaturas

Termo	Designação
AGV	<i>Automated Guided Vehicle</i>
AUTO-ID	Sensor de Identificação Automática
CAD	<i>Computer-Aided Design</i>
CAER	Caetano Aeronautic
CBG	CaetanoBus Gaia
CBO	CaetanoBus Ovar
CBus	CaetanoBus
CSCMP	<i>Council of Supply Chain Management Professionals</i>
CV	Cadeia de Valor
DVD	<i>Digital Video Disc</i>
FIFO	<i>First-In-First-Out</i>
FL	Fornecedor Local
GA	Gestão de Alterações
GCA	Gestão da Cadeia de Abastecimento
GL	Gestão Logística
IMVT	Indústrias Metalúrgicas e Veículos de Transporte
IT	Instrução de Trabalho
JIT	<i>Just In Time</i>
KPI	<i>Key Performance Indicator</i>
LIFO	<i>Last-In-First-Out</i>
PEP	Código CBus (ano de produção, modelo e sequência de produção)
PRD	Produção
RFID	<i>Radio-Frequency Identification</i>
S.A.	Sociedade Anónima
SAP	<i>Software de Gestão Empresarial</i>
SAS	Sistema de Abastecimento Sincronizado
SKU	<i>Stock Keeping Unit</i>
SWOT	<i>Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats</i>
TCAP	Toyota Caetano Portugal
TI	Tecnologias de Informação
TPS	<i>Toyota Production System</i>
VR	<i>Voice Recognition</i>
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>
WMS	<i>Warehouse Management System</i>
WPMS	<i>Warehouse Physical Management System</i>

Lista de Unidades

Termo	Designação
m ²	Unidade padrão de área, de acordo com o Sistema Internacional de Unidades
S	Segundo: unidade de medida de tempo, de acordo com o Sistema Internacional de Unidades
H	Hora

Lista de Símbolos

Termo	Designação
%	Percentagem
€	Euro

GLOSSÁRIO DE TERMOS

Termo	Designação
<i>Brainstorming</i>	Técnica dinâmica realizada em grupo, para exploração da criatividade individual e da equipa, com debate de ideias para posterior obtenção de soluções.
<i>Cross-docking</i>	Sistema de distribuição, no qual a mercadoria recebida num centro de distribuição ou armazém não é armazenada; estes materiais são conferidos, preparados e distribuídos para serem entregues ao consumidor/cliente o mais rápido possível.
<i>Draftsight 2018 SP 2.1</i>	<i>Software</i> gratuito de <i>CAD 2D</i> que permite criar, editar e visualizar arquivos do tipo DWG e DXF (Escala 1:1).
<i>Gemba</i>	Chão de fábrica.
<i>Inbound</i>	Termo logístico que se refere à entrada de bens numa empresa e também ao seu transporte e armazenamento.
<i>Jishuken</i>	Atividade com intenção de formar equipas autónomas e multidisciplinares, que participam numa atividade intensiva para a resolução de um problema num curto espaço de tempo.
<i>Kit</i>	Embalagem que contém um conjunto de artigos para desenvolver uma determinada ação, para uma mesma função, utilidade ou atividade.
<i>Lean Manufacturing</i>	Filosofia organizacional aplicada à indústria com origem no <i>Toyota Production System</i> . Deve criar valor continuamente para o cliente, identificando e eliminando desperdícios.
Lote	Local de armazenamento da CaetanoBus composto por diversos itens armazenados, durante determinado período, com características idênticas e/ou distintas.
Matéria-prima	Produto natural ou parcialmente manufaturado, que deve ser submetido a um processo produtivo até que se torne um produto acabado.
Materiais em trânsito	Normalmente, também designados como <i>stock</i> em trânsito, são materiais processados ou movimentados entre centros de trabalho (internamente) ou entre vários locais geograficamente distantes, por meio terrestre, aquático ou aéreo (externamente).
Modelo de <i>Cournot</i>	Modelo económico empregue na descrição de uma estrutura industrial, no qual as empresas produzem produtos homogéneos; as empresas não cooperam entre si

	e, portanto, competem na produção das suas quantidades, procurando maximizar o lucro, de acordo com as suas estratégias e tomadas de decisão.
<i>Muda</i>	Eliminação dos 7 desperdícios: superprodução, tempo, transporte, processos, <i>stock</i> , movimentos e defeitos.
<i>Oficina Lean</i>	Unidade fabril dedicada à construção/manutenção interna de equipamentos novos e/ou usados, na CaetanoBus.
<i>Order-picking</i>	Também conhecido como atividade picking tem a função de separar e preparar os pedidos requisitados.
<i>Outbound</i>	Termo logístico que se refere à saída de bens de uma empresa.
<i>Outsourcing</i>	Processo utilizado por uma empresa, no qual outra organização é contratada para desenvolver um determinado produto e/ou serviço.
<i>Payback Period</i>	Tempo que decorre entre o investimento inicial e o momento no qual o lucro líquido acumulado iguala o valor desse investimento.
<i>Perecível</i>	Adjetivo que qualifica algo que se preserva pouco;
<i>Pick to light / Put to light</i>	Separação de pedidos por luz (<i>picking</i>).
<i>Performance</i>	Modo como alguém se comporta ou atua na execução de alguma ação ou atividade (desempenho).
<i>Rework</i>	Retrabalho.
<i>Sistema Pull</i>	Produz-se apenas o que é necessário - a procura "puxa" pela produção.
<i>Sistema Push</i>	Produz-se o que é e não é necessário - a procura "empurra" a produção.
<i>Speed-up</i>	Implementação de uma prioridade acrescida num dado projeto em que a empresa está focada, com vista a que os resultados possam ser aproveitados como alavancagem para outros projetos.
<i>Takt time</i>	Taxa a que os produtos devem ser produzidos ou os serviços prestados, para atender à procura, de acordo com as necessidades do cliente.
<i>Time-to-market</i>	Componente crítico para contagem de tempo gasto no processo de desenvolvimento do produto, desde a sua conceção até à sua entrada no mercado.
<i>Toyota Production System</i>	Sistema de produção desenvolvido pela <i>Toyota</i> , que pretende aumentar a produtividade e a eficiência, evitando o desperdício sem criar <i>stock</i> .
<i>ZMOV</i>	Lista de conferência de materiais utilizada pelos colaboradores da receção da CaetanoBus.

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - METODOLOGIA ADOTADA NA DISSERTAÇÃO PARA CUMPRIMENTO DOS OBJETIVOS PROPOSTOS PELA ORGANIZAÇÃO	VI
FIGURA 2 - LOGOTIPO CAETANOBUS (GRUPO SALVADOR CAETANO), (HTTP://CAETANOBUS.PT/PT/ , 2018)	VII
FIGURA 3 - MODELOS DE GESTÃO DA CADEIA DE ABASTECIMENTO (GCA)	9
FIGURA 4 – ESTRUTURA DA CADEIA DE ABASTECIMENTO	11
FIGURA 5 - <i>LAYOUT</i> CONVENCIONAL (ESQUERDA) E <i>FISHBONE LAYOUT</i> (DIREITA), ELABORAÇÃO PRÓPRIA <i>IN DRAFTSIGHT</i>	16
FIGURA 6 - PERCENTAGEM DOS TEMPOS TÍPICOS NA RECOLHA DE ARTIGOS NUM ARMAZÉM	25
FIGURA 7 - EXEMPLOS DE ROTAS APLICANDO OS MÉTODOS HEURÍSTICOS	26
FIGURA 8 - CLASSIFICAÇÃO DE MÉTODOS DE <i>PICKING</i>	28
FIGURA 9 – REGRA DO TEMPO MÍNIMO DE VIAGEM	30
FIGURA 10 - SISTEMAS DE <i>RACKS</i> (RETIRADO DE WWW.LOAPSA.COM)	34
FIGURA 11 - SISTEMA <i>CANTILEVER</i> (RETIRADO DE WWW.ENDAL.PT)	35
FIGURA 12 - SISTEMA DE <i>RACKS</i> EM CONTENTOR (RETIRADO DE HTTP://WWW.M-I.BE)	35
FIGURA 13 - SISTEMAS DE <i>RACKS</i> DINÂMICOS (RETIRADOS DE WWW.ENDAL.PT , WWW.HMP-SOLUCOES.PT , WWW.CREFORM.COM , WWW.CISCO-EAGLE.COM)	36
FIGURA 14 - SISTEMAS DE MOVIMENTAÇÃO MANUAL (RETIRADO DE BAZA.COM.UA)	37
FIGURA 15 - SISTEMAS DE MOVIMENTAÇÃO MECANIZADOS (RETIRADOS DE TOYOTA-FORKLIFTS.COM.PT , WWW.LOGISTICSMGMT.COM , WWW.IMAM.COM.BR)	38
FIGURA 16 - SISTEMAS DE MOVIMENTAÇÃO AUTOMATIZADOS (RETIRADOS DE WWW.TURCK.US , CIMAUTOMACAO.COM.BR)	39
FIGURA 17 - GRUPO SALVADOR CAETANO NO MUNDO, RETIRADO DE HTTP://CAETANOBUS.PT/PT/ (2018)	43
FIGURA 18 – MOVIMENTAÇÕES DOS COLABORADORES E FLUXOS DE ENTRADA/SAÍDA DE MATERIAIS NO ARMAZÉM [ANEXO 1]	49
FIGURA 19 - MOVIMENTAÇÕES DO COLABORADOR, DURANTE ATIVIDADE DO <i>PICKING</i> , NO LOTE [ANEXO 2]	54
FIGURA 20 - PRODUÇÃO ANUAL (2017) DE VÁRIOS MODELOS NA CAETANOBUS (UNIDADES)	56
FIGURA 21 - FLUXOGRAMA REPRESENTATIVO DA METODOLOGIA DE ABORDAGEM À RESOLUÇÃO DOS PROBLEMAS	58
FIGURA 22 – DIAGRAMA CAUSA-EFEITO ELABORADO A PARTIR DA TÉCNICA DE <i>BRAINSTORMING</i>	59
FIGURA 23 - PROPOSTA DE SOLUÇÃO 1 PARA REDEFINIÇÃO DO <i>LAYOUT</i> DA RECEÇÃO DO ARMAZÉM CBUS [ANEXO 4]	60
FIGURA 24 – PROPOSTA DE SOLUÇÃO 2 PARA REDEFINIÇÃO DO <i>LAYOUT</i> DA RECEÇÃO DO ARMAZÉM CBUS [ANEXO 5]	61
FIGURA 25 - PROPOSTA DE SOLUÇÃO 3 PARA ÁREA DE ARMAZENAGEM DEDICADA AO COBUS NO ARMAZÉM CBUS	63
FIGURA 26 – ETAPAS DE PROCEDIMENTO DE UMA ATIVIDADE <i>JISHUKEN</i>	64

FIGURA 27 - ANÁLISE <i>SWOT</i> DA PROPOSTA DE SOLUÇÃO 1 (S1)	65
FIGURA 28 - ANÁLISE <i>SWOT</i> DA PROPOSTA DE SOLUÇÃO 2 (S2)	65
FIGURA 29 – <i>LAYOUT</i> IMPLEMENTADO DA RECEÇÃO E APÓS-VENDA, LADOS ESQUERDO E DIREITO, RESPECTIVAMENTE [ANEXO 9]	71
FIGURA 30 – IMPLEMENTAÇÕES EFETUADAS NA RECEÇÃO	71
FIGURA 31 – IMPLEMENTAÇÃO DA PROPOSTA DE SOLUÇÃO 2 (S2) NA RECEÇÃO DO ARMAZÉM	72
FIGURA 32 – IMPLEMENTAÇÕES EFETUADAS NO LOTE, COM MELHORIAS SIGNIFICATIVAS NO <i>PICKING</i> DO MODELO COBUS	74
FIGURA 33 - BENEFÍCIOS OBTIDOS COM REDEFINIÇÃO DO <i>LAYOUT</i> NO APÓS-VENDA E RECEÇÃO (M ²) ..	79
FIGURA 34 – ANÁLISE DO RETORNO DO INVESTIMENTO, COM <i>PAYBACK PERIOD</i> DE TRÊS MESES.....	85
FIGURA 35 - PROPOSTA DE MELHORIA PARA IMPLEMENTAÇÃO DE NOVO MODELO DE <i>PICKING</i> PRÓPRIO	86

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 - DESIGNAÇÃO DA GESTÃO DA CADEIA DE ABASTECIMENTO POR VÁRIOS AUTORES.....	8
TABELA 2 - MODELOS DA GESTÃO DA CADEIA DE ABASTECIMENTO.....	10
TABELA 3 - MODELOS DA GESTÃO DA CADEIA DE ABASTECIMENTO.....	10
TABELA 4 - TIPOS DE ARMAZENAMENTO.....	23
TABELA 5 - VANTAGENS E DESVANTAGENS DO TIPO DE ARMAZENAMENTO FIXO	24
TABELA 6 - VANTAGENS E DESVANTAGENS DO TIPO DE ARMAZENAMENTO ALEATÓRIO	24
TABELA 7 – MÉTODOS HEURÍSTICOS QUE DEFINEM A ROTA DE <i>PICKING</i> DOS COLABORADORES.....	26
TABELA 8 - MODELOS DE <i>PICKING</i>	29
TABELA 9 - SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO	34
TABELA 10 - VANTAGENS E DESVANTAGENS DO SISTEMA DE ARMAZENAGEM (SISTEMA DE <i>RACKS</i>)	35
TABELA 11 - PRINCIPAIS PROBLEMAS ENCONTRADOS NA ÁREA DE RECEÇÃO - ZONA EXTERIOR.....	45
TABELA 12 - PRINCIPAIS PROBLEMAS ENCONTRADOS NA ÁREA DE RECEÇÃO - ZONA INTERIOR	46
TABELA 13 - PRINCIPAIS PROBLEMAS ENCONTRADOS NO LOTE	50
TABELA 14 – MEDIÇÃO DE TEMPOS DO <i>PICKING</i> DE TRÊS MODELOS DISTINTOS: <i>CITYGOLD</i> (URBANO), <i>LEVANTE</i> (TURISMO) E <i>COBUS</i> (AEROPORTO)	55
TABELA 15 – PONTOS DETETADOS NO LOTE RELATIVAMENTE AO MODELO <i>COBUS</i>	55
TABELA 16 – PRINCIPAIS PROBLEMAS ENCONTRADOS NO LOTE AO NÍVEL DO ARMAZENAMENTO DOS VIDROS.....	57
TABELA 17 – DESCRIÇÃO GERAL DA SITUAÇÃO ATUAL DAS ÁREAS ANALISADAS NO ARMAZÉM <i>CBUS</i>	57
TABELA 18 - PROPOSTAS DE SOLUÇÃO 1, 2 E 3 PARA O LOTE DO ARMAZÉM	62
TABELA 19 - PROPOSTAS DE SOLUÇÃO 1, 2 E 3 PARA O MODELO <i>COBUS</i>	63
TABELA 20 - PROPOSTAS DE SOLUÇÃO 1 E 2 PARA O ARMAZENAMENTO E CÉLULA DE PREPARAÇÃO DE VIDROS.....	64
TABELA 21 - ANÁLISE CRÍTICA DAS POSSÍVEIS SOLUÇÕES, S1 E S2 APRESENTADAS [ANEXOS 4 E 5].....	66
TABELA 22 - MATRIZ DE DECISÃO APLICADA ÀS PROPOSTAS DE SOLUÇÃO 1, 2 E 3 PARA O <i>LAYOUT</i> DO LOTE DO ARMAZÉM <i>CBUS</i>	66
TABELA 23 - ANÁLISE CRÍTICA DAS POSSÍVEIS SOLUÇÕES, S1, S2 E S3 APRESENTADAS [ANEXOS 6, 7 E 8]	67
TABELA 24 – ANÁLISE <i>5W2H</i> PARA A PROPOSTA DE SOLUÇÃO 1 (S1) MODELO <i>COBUS</i>	68
TABELA 25 - ANÁLISE <i>5W2H</i> PARA A PROPOSTA DE SOLUÇÃO 2 (S2) MODELO <i>COBUS</i>	68
TABELA 26 - ANÁLISE <i>5W2H</i> PARA PROPOSTA DE SOLUÇÃO 3 (S3) MODELO <i>COBUS</i>	69
TABELA 27 – ANÁLISE CRÍTICA DAS POSSÍVEIS SOLUÇÕES S1, S2 E S3 APRESENTADAS [ANEXO 8].....	70
TABELA 28 - ANÁLISE CRÍTICA DAS PROPOSTAS DE SOLUÇÃO 1 E 2 APRESENTADAS.....	70
TABELA 29 - IMPLEMENTAÇÕES NA ÁREA DO LOTE (ANTES E DEPOIS) [ANEXOS 9 E 10].....	73
TABELA 30 - IMPLEMENTAÇÃO DE <i>LAYOUT</i> NA ZONA DE ARMAZENAMENTO E CÉLULA DE PREPARAÇÃO DE VIDROS [ANEXOS 9 E 10]	75
TABELA 31 - IMPLEMENTAÇÃO PARCIAL NO ARMAZENAMENTO E CÉLULA DE PREPARAÇÃO DE VIDROS (ANTES E DEPOIS).....	76

TABELA 32 - ÁREA, EM M ² (ANTES E DEPOIS) E RESPECTIVOS GANHOS PERCENTUAIS (%) NO <i>LAYOUT</i> DO APÓS-VENDA E RECEÇÃO	80
TABELA 33 - BENEFÍCIOS OBTIDOS NA RECEÇÃO: REDISTRIBUIÇÃO DO INVENTÁRIO E DIMINUIÇÃO DE MOVIMENTAÇÕES	80
TABELA 34 – BENEFÍCIOS OBTIDOS NA RECEÇÃO: CRIAÇÃO DE MELHORES CONDIÇÕES DE TRABALHO ..	81
TABELA 35 – BENEFÍCIOS OBTIDOS NO LOTE	82
TABELA 36 - BENEFÍCIOS OBTIDOS NO ARMAZENAMENTO E PREPARAÇÃO DE VIDROS.....	83
TABELA 37 – INVESTIMENTO EFETUADO AO LONGO DO TRABALHO NAS VÁRIAS ÁREAS INTERVENCIONADAS.....	83
TABELA 38 – POUPANÇA MENSAL, EM €, NAS ÁREAS INTERVENCIONADAS (REDISTRIBUIÇÃO, EM M ²) ..	84
TABELA 39 – POUPANÇA MENSAL, EM €, NAS ÁREAS INTERVENCIONADAS (TEMPO GANHO, EM H)	84
TABELA 40 – <i>PAYBACK PERIOD</i> , EM MESES	85
TABELA 41 - PRINCIPAIS PROBLEMAS ENCONTRADOS NA LINHA DE <i>CHASSIS</i> ELÉTRICOS	87
TABELA 42 – SOLUÇÕES E IMPLEMENTAÇÕES NA LINHA DE <i>CHASSIS</i> ELÉTRICOS	88
TABELA 43 - CONCLUSÕES DE ACORDO COM OS OBJETIVOS PROPOSTOS PELA CBUS	91

ÍNDICE

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS	XIII
LISTA DE UNIDADES	XIV
GLOSSÁRIO DE TERMOS	XV
ÍNDICE DE FIGURAS	XVII
ÍNDICE DE TABELAS	XIX
1 INTRODUÇÃO	V
1.1 Contextualização	V
1.2 Objetivos	VI
1.3 Metodologia	VI
1.4 Estrutura da dissertação	VII
1.5 Empresa de acolhimento	VII
2 ESTADO DO CONHECIMENTO	7
2.1 Cadeias de abastecimento logístico	7
2.1.1 Modelos	9
2.1.2 Implementações	12
2.1.3 Análise Crítica	13
2.2 Armazéns	14
2.2.1 <i>Layouts</i> de armazéns	16
2.2.2 Modelos de gestão de armazéns	19
2.2.3 Armazéns de produtos diferenciados	22
2.2.4 Modelos de <i>picking</i>	25
2.2.5 Ferramentas de apoio à gestão de armazéns	31
2.3 Sistemas de armazenagem e movimentação	33
2.3.1 Sistemas de armazenagem	33
2.3.2 Sistemas de movimentação	36

3	DESENVOLVIMENTO	43
3.1	Caracterização da organização	43
3.1.1	Grupo Salvador Caetano	43
3.1.2	CaetanoBus	44
3.2	Objetivos do trabalho prático	44
3.3	Descrição da situação atual	45
3.3.1	Receção do armazém	45
3.3.2	Lote do armazém	49
3.3.3	Modelo COBUS	55
3.3.4	Armazenamento de vidros	56
3.4	Metodologia de abordagem à resolução dos problemas	58
3.5	Tempestade de ideias sobre possíveis soluções	59
3.5.1	Problema 1: <i>Layout</i> da receção do armazém	59
3.5.2	Problema 2: <i>Layout</i> do lote do armazém	62
3.5.3	Problema 3: <i>Picking</i> modelo COBUS	63
3.5.4	Problema 4: Armazenamento e célula de preparação de vidros	64
3.6	Análise crítica das possíveis soluções	65
3.6.1	Análise crítica: <i>Layout</i> da receção do armazém	65
3.6.2	Análise crítica: <i>Layout</i> do lote do armazém	66
3.6.3	Análise crítica: <i>picking</i> modelo COBUS	68
3.6.4	Análise crítica: Armazenamento e célula de preparação de vidros	70
3.7	Implementações parciais	71
3.7.1	Implementação do novo <i>layout</i> na receção do armazém	71
3.7.2	Implementações no lote do armazém	73
3.7.3	Implementações de <i>picking</i> relativas ao modelo COBUS	74
3.7.4	Implementações no armazenamento e célula de preparação de vidros	75
3.8	Análise crítica das implementações	79
3.9	Reais benefícios obtidos	79
3.10	Análise do retorno do investimento	83
3.11	Proposta de melhorias com implementação não terminada	85
3.12	Trabalhos complementares	86

4	CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS	91
4.1	Conclusões	91
4.2	Propostas de trabalhos futuros	92
5	BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO	97
6	ANEXOS	103
	Anexo 1: <i>Layout</i> armazém receção (Antes piso 0)	103
	Anexo 2: <i>Layout</i> armazém lote (Antes piso 0)	104
	Anexo 3: <i>Layout</i> armazém lote + vidros (Antes piso 1)	105
	Anexo 4: <i>Layout</i> armazém receção (proposta solução 1)	106
	Anexo 5: <i>Layout</i> armazém receção (proposta solução 2)	107
	Anexo 6: <i>Layout</i> armazém lote (proposta solução 1)	108
	Anexo 7: <i>Layout</i> armazém lote (proposta solução 2)	109
	Anexo 8: <i>Layout</i> armazém lote (proposta solução 3)	110
	Anexo 9: <i>Layout</i> armazém receção + lote + Vidros (Depois piso 0)	111
	Anexo 10: <i>Layout</i> armazém receção + lote + Vidros (Depois piso 0)	112
	Anexo 11: Norma de Embalamento – após-venda	113
	Anexo 12: Instrução de Trabalho – locais de <i>stock</i>	114
	Anexo 13: <i>VSM</i> – área armazenamento dos vidros	115
	Anexo 14: Instrução de Trabalho – vidros	116
	Anexo 15: Melhoria contínua – <i>Kaizen</i>	117
	Anexo 16: Melhoria contínua: <i>Kaizen</i> GA – Pedido anulação e Pedido sucatar	118
	Anexo 17: Artigo científico – “ <i>Hybrid Warehouse Efficiency Improvement</i> ”	119

INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

1.2 Objetivos

1.3 Metodologia

1.4 Estrutura da dissertação

1.5 Empresa de acolhimento

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

Atualmente as empresas encaram desafios diários, sendo estes marcados por variadas alterações político-económicas, bem como pelas constantes evoluções tecnológicas. Tal facto, eleva, substancialmente, a imprevisibilidade quanto às futuras necessidades do mercado de trabalho e às decisões inerentes que daí advêm. É essencial criar uma forte agilidade organizacional, concebendo-se, portanto, um negócio capaz de envolver e modificar as suas estruturas, melhorando a eficiência dos processos e fluxos logísticos, com apoio da implementação de sistemas de informação adequados; tais factos podem alterar a mentalidade dos colaboradores, com intenção de os motivar e também de melhorar a sua *performance*.

Com o aumento da competitividade entre as organizações e a imprevisibilidade do mercado de trabalho, a gestão de armazéns tornou-se uma área de intervenção fundamental, no sentido de obter uma cadeia de abastecimento adaptada à sua realidade, com a otimização do planeamento e dos processos/fluxos logísticos. O aumento da variedade dos materiais e as mudanças nos pedidos dos clientes exigem, também, estruturas flexíveis e ágeis, que transmitam qualidade, eficiência e eficácia nas operações logísticas. Então, os armazéns devem ser acessíveis e capazes de responder às mudanças, tentando gerir os recursos humanos e/ou físicos, de forma a otimizar os processos logísticos internos. Os armazéns híbridos não só podem integrar a receção de diferentes materiais e/ou matérias-primas e componentes, a sua armazenagem e *order-picking*, assim como a expedição dos mesmos e, posteriormente, o abastecimento às linhas de produção, como também possuir atividades de preparação para a produção. É importante a análise dos vários processos que integram este tipo de armazéns, tanto pela diferenciação do material movimentado como pelas atividades distintas. Tal situação permite identificar oportunidades, que podem refletir-se em redução de custos, criando vantagens competitivas a qualquer organização.

A dissertação apresentada é o resultado de um trabalho no âmbito do Mestrado em Engenharia Mecânica – Gestão Industrial, tendo sido realizado na CaetanoBus (CBus), organização do Grupo Salvador Caetano. Com as permanentes mudanças na indústria de fabricação de carroçarias e autocarros e, com o aumento da produtividade e das vendas, a CBus sentiu a necessidade de reformular o *layout* do seu armazém de matérias-primas e componentes, de forma a redefinir os espaços e os fluxos logísticos internos, de forma a tornar o trabalho dos colaboradores mais intuitivo e eficiente.

1.2 Objetivos

O trabalho desenvolvido na organização CBus incidiu na área da logística interna, mais concretamente no armazém de matérias-primas e componentes (receção, armazenamento e *order-picking*). Para este trabalho, a área de expedição e o abastecimento às linhas de produção encontram-se fora dos objetivos estipulados pela organização. Assim, nas áreas convencionadas pretende-se:

- Redefinir os espaços e os fluxos internos logísticos, gerando um trabalho mais eficiente e intuitivo;
- Implementar melhorias ao nível de gestão de espaço e gestão de tempo e, consequentemente, a redução de custos para a organização de acolhimento.

1.3 Metodologia

Para cumprimento dos objetivos propostos pela organização, foi utilizada uma metodologia, que se distribui em cinco fases e segue a sequência apresentada na Figura 1:

- Enquadramento teórico (levantamento de literatura relacionada com o tema);
- Desenvolvimento do trabalho proposto no armazém de matérias-primas e componentes (identificação de problemas);
- Aplicação dos conceitos teóricos para suporte do trabalho prático;
- Elaboração de propostas de solução (*Brainstorming*, planeamento e reuniões para tomadas de decisão);
- Resultados e conclusões (implementações parciais, monitorização, análise crítica dos resultados, conclusões e propostas de trabalhos futuros).

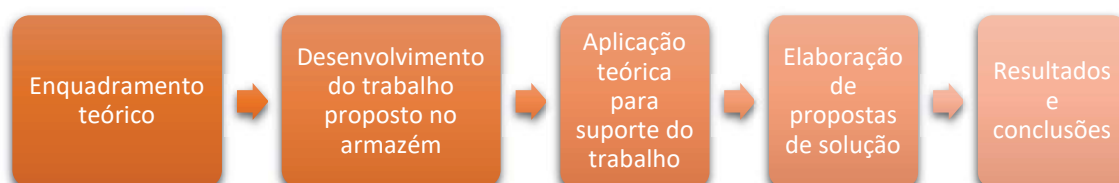


Figura 1 - Metodologia adotada na dissertação para cumprimento dos objetivos propostos pela organização

1.4 Estrutura da dissertação

A dissertação, com o tema “Melhoria da Eficiência em Armazém Híbrido”, encontra-se dividida em seis capítulos principais:

- Primeiro capítulo – Introdução: num primeiro momento, elabora-se a contextualização do trabalho e apresentam-se os objetivos propostos pela organização, assim como a metodologia adotada para cumprimento dos mesmos. Expõe-se, ainda, a estrutura da dissertação e faz-se uma apresentação da organização de acolhimento;
- Segundo capítulo – Estado do conhecimento: num segundo momento, elabora-se o estado de arte sobre vários conceitos relacionados com o tema do trabalho, nomeadamente cadeias de abastecimento logístico (modelos e áreas de implementação); armazéns (tipos de *layout*, modelos de gestão de armazéns, armazéns de produtos diferenciados, modelos de *picking* e ferramentas de apoio à gestão de armazéns); e ainda sistemas de armazenagem e de movimentação;
- Terceiro capítulo – Desenvolvimento: num terceiro momento, faz-se a caracterização da organização CBus e indicam-se os objetivos principais do trabalho prático; em seguida, apresenta-se a descrição atual das várias áreas estudadas ao longo do trabalho, tempestade de ideias correspondente ao problema a resolver, a respetiva análise crítica e, por fim, as implementações efetuadas no armazém de matérias-primas e componentes, com indicação dos benefícios obtidos e análise do retorno do investimento. Identificam-se, ainda, soluções de melhoria e apresentam-se os trabalhos complementares, que foram desenvolvidos paralelamente, em relação ao trabalho principal.
- Quarto capítulo – Conclusões e propostas de trabalhos futuros: por último, incluem-se as principais conclusões e propõem-se trabalhos futuros.

A dissertação possui, ainda, o quinto e sexto capítulos: Bibliografia e Anexos, respetivamente.

1.5 Empresa de acolhimento

A CaetanoBus, S.A (CBus) é uma das organizações do Grupo Salvador Caetano (Figura 2), que se dedica ao fabrico de carroçarias para autocarros, tendo iniciado a sua atividade em 2002, aquando de uma parceria com o Grupo *Daimler-Chrysler*.



Figura 2 - Logotipo CaetanoBus (Grupo Salvador Caetano), (<http://caetanobus.pt/pt/>, 2018)

No ano de 2010, o Grupo Salvador Caetano adquiriu a totalidade das ações, mantendo-se nas mesmas instalações em Vila Nova de Gaia, com os seus colaboradores e equipamentos, tendo o objetivo de transformar a CBus numa organização de referência,

no que diz respeito à relação qualidade/preço no fabrico de carroçarias para transportes públicos de passageiros.

ESTADO DO CONHECIMENTO

2.1 Cadeias de abastecimento logístico

2.2 Armazéns

2.3 Sistemas de armazenamento e movimentação

2 ESTADO DO CONHECIMENTO

2.1 Cadeias de abastecimento logístico

A logística nasceu há milhares de anos atrás, no âmbito do comércio organizado, ainda que apenas no século XX tenha vingado como um interessante tema de estudo, cooperando no progresso de estratégias de negócio e na criação da utilidade temporal e espacial [1]. O mesmo autor afirma que na vertente militar, a Gestão logística (GL) foi determinante para diversas etapas, proporcionando com elevada eficácia e eficiência o transporte de homens ou equipamentos. Segundo a maior organização mundial de profissionais e académicos desta área, *Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP)*, entende-se que a GL é a parte das cadeias de abastecimento (CA) “responsável por planejar, implementar e controlar os fluxos direto e inverso de forma eficiente e eficaz, bem como as operações de armazenamento de bens, serviços e informação relacionada entre o ponto de origem e o ponto de consumo”, de forma a ir ao encontro das necessidades dos clientes [2].

Um trabalho de investigação sobre o conhecimento e a implantação da Gestão da Cadeia de Abastecimento (GCA) reporta que na década de 70, o desenvolvimento das tecnologias de informação (TI) possibilitou uma maior ligação entre os distintos intervenientes – empresa, fornecedores e clientes – assim como uma melhor inclusão entre as diferenciadas atividades da organização, contribuindo assim para a implementação da GL; entre as décadas de 70 e 80, a hipótese dos vários modos de transporte concorrerem entre si, originou uma oferta de serviços de transporte mais competitiva, oferecendo uma flexibilidade e orientação para o cliente muito maiores, a custos reduzidos [1]; a partir dos anos 90 surgiu a GCA, onde a procura pela competitividade se fazia através das CA, sendo possível partilhar os recursos e as competências entre empresas que a constituem e, desta forma, satisfazer as necessidades dos clientes, recorrendo às utilidades logísticas [1]. A GCA, conhecida igualmente por cadeia de valor (CV), consiste no avanço do posicionamento estratégico de uma empresa, tentando otimizar a sua eficiência operacional [3]. Por outro lado, as CA “abrangem as atividades das empresas que necessitam de projetar, criar, entregar e usar um produto ou serviço”. Assim, alguns autores afirmam que as empresas dependem das suas CA para servir os seus clientes [4], onde “a GL e a GCA têm vindo a tornar-se imprescindíveis para que as organizações sejam rentáveis e competitivas” [1]. A GCA tornou-se uma evolução da GL, sendo esta a representação de uma organização que atua sobre um conjunto de organizações, onde cada empresa afeta direta e/ou

indiretamente o seu desempenho em relação às restantes da CA em causa [1]. Para cada empresa em particular, as suas escolhas estratégicas refletem-se na CA. Declara-se, então, que as operações da CA logístico requerem uma eficaz gestão dos processos, abrangendo as diversas áreas funcionais da empresa, criando um forte vínculo (parceria) com os fornecedores e com os clientes [5].

De acordo com *CSCMP*, nos dias de hoje, a logística adota também a função de movimentar os materiais, representando o “conjunto de atividades que garantem a disponibilidade do produto certo, no local certo, no momento certo, nas condições certas, em quantidades certas, a um preço certo, ao cliente certo”[6]. Para as organizações, a movimentação de materiais a partir dos fornecedores, denomina-se logística interna; movimentar materiais, para clientes, é assumido como logística externa; a gestão de materiais ocorre quando os mesmos são movimentados dentro da própria organização [6]. O mesmo autor afirma que os fabricantes produzem a matéria-prima, que depois é abastecida aos fornecedores, para mais tarde o(s) produto(s) acabado(s) ser(em) entregue(s) ao(s) cliente(s); desde uma televisão, passando por um livro ou *DVD*, alguém é responsável pelo processo, desde a conceção do produto até que o mesmo seja entregue ao cliente, de acordo com as suas exigências. A logística envolve um elevado esforço por parte de todos os colaboradores de uma empresa, tentando sempre minimizar os riscos da incerteza e criando vantagens competitivas para si.

Na Tabela 1 pretende-se expor diversas designações para o conceito GCA, defendidas por diversos autores.

Tabela 1 - Designação da Gestão da Cadeia de Abastecimento por vários autores

Autor	Designação
[7]	“A GCA é a gestão do fluxo de bens e serviços. Inclui o movimento e armazenamento de matérias-primas, bem como o correspondente <i>stock</i> em processo de trabalho e de produtos acabados, desde o ponto de origem até ao ponto de consumo.”
	“A GCA é uma forma de gerir os negócios e as relações entre os vários intervenientes da mesma.”
[8]	“Em geral, as empresas estão sob pressão para melhorar a produtividade e a qualidade, reduzindo custos. Isso levou muitas dessas empresas a implementar uma filosofia de <i>Lean Production</i> na sua GCA.”

Autor	Designação
[9]	“ <i>Lean</i> diz respeito a um sistema de produção que é orientado à organização, através de melhorias contínuas. Surgiu do <i>Toyota Production System (TPS)</i> , sendo reconhecido por “Fazer mais com menos”. Na GCA, visa reduzir as variações e etapas desnecessárias no processo de trabalho, pela eliminação de atividades sem valor acrescentado, como por exemplo <i>rework</i> , etapas de processamento dispensáveis ou movimentações de materiais/pessoas desnecessárias.”
[10]	“A GCA pode ser definida como todas as atividades de fornecimento de materiais, desde a matéria-prima até ao consumidor. Tal fornecimento inclui peças, desenvolvimento e montagem das mesmas, bem como o seu armazenamento e monitorização de reservas, gestão de pedidos, distribuição pelos diversos canais, entregas aos consumidores e atualização dos sistemas informáticos para gestão de todas as informações.”
[11]	“Hoje em dia, as empresas tentam gerir a sua atividade recorrendo ao <i>outsourcing</i> , isto porque pretendem auxílio na GCA, com custos menores e níveis de serviço mais elevados.”

2.1.1 Modelos

Neste subcapítulo apresentam-se alguns modelos que suportam ideologias distintas para a GCA, apresentados por diversos autores. Na Figura 3 apresentam-se os modelos de decisão teóricos para as diversas CA, conforme o Modelo de *Cournot* [12].

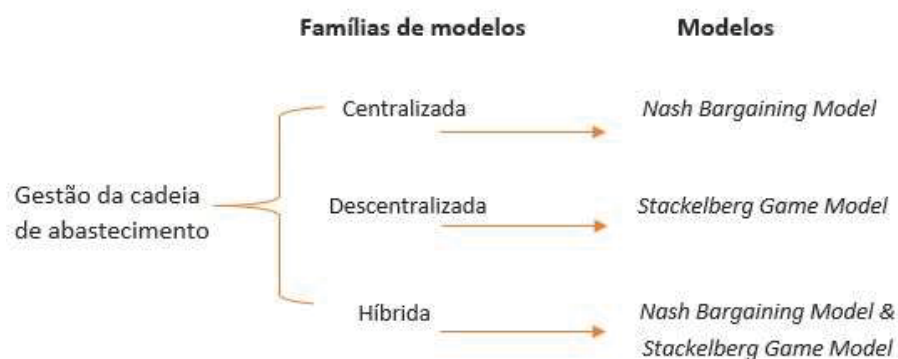


Figura 3 - Modelos de gestão da Cadeia de Abastecimento (GCA)

Os modelos *Nash Bargaining Model* e *Stackelberg Game Model* são descritos na Tabela 2.

Tabela 2 - Modelos da gestão da cadeia de abastecimento

Modelo	Designação
<i>Nash Bargaining Model</i>	O fornecedor e o cliente cooperam de forma a tomar decisões em conjunto, determinando a quantidade bem como o preço ótimo dos materiais; o preço depende da quantidade fornecida ao cliente;
<i>Stackelberg Game Model</i>	O fornecedor escolhe o preço ótimo de venda ao retalhista, enquanto que o cliente escolhe a quantidade de pedidos ótima; ambos não cooperam entre si.

Quando a GCA necessita adotar uma vertente híbrida, deve considerar ambos os modelos apresentados na Tabela 2, para as múltiplas CA.

De seguida são apresentados alguns modelos da GCA (Tabela 3) [13].

Tabela 3 - Modelos da gestão da cadeia de abastecimento

Modelo	Designação
<i>Model hypotheses</i>	Os preços de venda e a sensibilidade para a compra de produtos ecológicos são fatores a ter em conta na GCA. Quanto mais elevada a proteção ambiental do produto, maior é o preço de venda do mesmo. O mercado atual procura mudanças a nível ecológico, pois o consumidor prefere produtos com valor mais reduzido, porém com elevado nível ecológico. Para otimizar o nível ecológico dos produtos, os fabricantes necessitam de investir em pesquisa e desenvolvimento, de modo a aprimorar os produtos já existentes.

Modelo	Designação
<i>Basic game models</i>	- <u><i>Decentralized decision game model</i></u> : Os fabricantes e retalhistas tomam as suas próprias decisões na CA, com base nos próprios custos, de forma a maximizar os seus próprios lucros. Apesar disto, os resultados das tomadas de decisão são mutuamente tomados em consideração;
	- <u><i>Centralized control game model</i></u> : A CA funciona como um todo, sem decisões individuais, seja por parte dos retalhistas ou dos fabricantes; assim pretende-se maximizar o lucro geral desta cadeia.
<i>Revenue-sharing game models</i>	Existe partilha de receitas, entre retalhista e fabricante; tal partilha é liderada pelo retalhista, pelo que há redução de custos no desenvolvimento do produto, coordenando-se a distribuição dos lucros, de acordo com a participação ativa na CA.

Um estudo afirma que “a estrutura organizacional e a economia, evoluem permanentemente, de forma a adaptar-se a um ambiente em constante mudança, impulsionado pelos desenvolvimentos tecnológicos, políticos ou ambientais” [14]. Os autores referem que “as entidades económicas não são mais empresas isoladas, mas sim redes de empresas interdependentes”, ou seja, são estas que constituem a CA [14]. Então, as CA de materiais são “estruturas que se conectam entre si, com a finalidade de transformar gradualmente os seus recursos em produtos acabados”. A estrutura de uma CA refere-se, portanto, ao arranjo das diversas atividades logísticas e das suas relações. Para a descrever, os mesmos autores fazem a distinção entre duas dimensões: a horizontal e a vertical (Figura 4). A dimensão horizontal refere-se a fenómenos que consideram um único estágio na CA – ocorre sempre um fluxo entre os estabelecimentos atuais e os novos estabelecimentos. A dimensão vertical representa fenómenos que se referem a consecutivos estágios na CA, existindo duas direções ao longo da mesma – a jusante, dos fornecedores iniciais para os clientes finais, e a montante no sentido oposto.

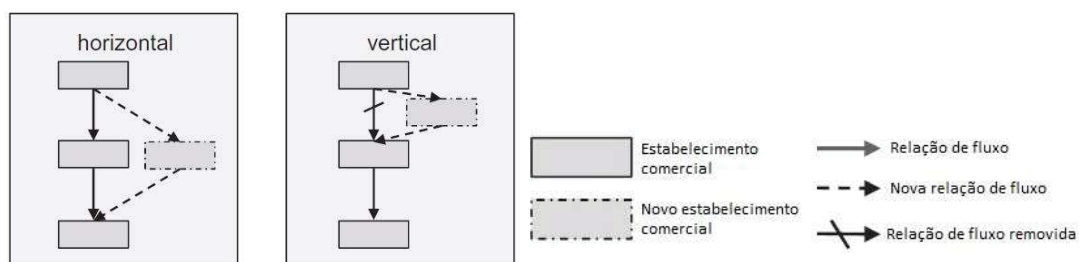


Figura 4 – Estrutura da cadeia de abastecimento

As atividades logísticas mencionadas acima definem-se como “incluir a gestão do *inbound* e do *outbound* (entrada e saída, respetivamente) em termos de transporte; gestão da frota; gestão da armazenagem; gestão de materiais e o seu manuseamento; gestão da resposta a encomendas; desenho da rede logística; gestão de inventários, planeamento da procura e do abastecimento e gestão dos prestadores de serviços logísticos” [1]. As atividades com maior relevância são:

- O transporte e a sua gestão;
- A gestão da armazenagem e o controlo do inventário;
- O manuseamento e gestão de materiais;
- O planeamento da produção.

Existem, ainda, outros estudos que se debruçam em modelos para a área das CA logístico, tais como [15], [16] e [17].

2.1.2 Implementações

Os modelos apresentados na Tabela 2 incidem na indústria de energia solar. Dada a abundância de sol a nível mundial, é potenciado o fornecimento de uma quantidade considerável de eletricidade. A energia solar gera eletricidade e não polui a atmosfera, não envolvendo custos com combustível e riscos de aumento dos mesmos. Este tipo de energia promove a utilização de fontes mais limpas, acessíveis e confiáveis. Como a energia solar fotovoltaica tem sido incentivada e implementada, por diversos países, no combate ao impacto das mudanças climáticas, então, o estudo pretende examinar as cadeias de abastecimento fotovoltaicas, sob as condições dos três modelos apresentados acima [12].

Alguns autores relatam vários modelos (Tabela 3) para as CA entre fabricantes, retalhistas e consumidores – venda de produtos ecológicos; o fabricante vende o seu produto ao retalhista, que por sua vez o vende ao consumidor. Claro está que o mercado tanto vende produtos comuns como ecológicos. Porém, os consumidores já estão sensibilizados para o consumo dos últimos, considerando o preço e o nível ecológico que representam. Com isto, é importante que exista uma cooperação entre os fabricantes e os retalhistas das CA, e que adotem um modelo que lhes traga vantagens competitivas, para que, com os consumos dos seus clientes, obtenham maiores lucros [13].

O exemplo assinalado pelos autores acima aborda a estrutura da CA na indústria da construção civil [1]. Os clientes estão cada vez mais descontentes com a falta de qualidade neste setor. Tal facto evidencia-se pelo aparecimento de irregularidades após a finalização das obras, originadas pela mão de obra não qualificada e aplicação de materiais de fraca qualidade [1]. O fraco desempenho da CA, baseado em estudos efetuados por [1], deve-se:

- ao facto da GCA se fundamentar em pressupostos, os quais não se alinham com as especificidades do setor, existindo a ideia de que os conceitos teóricos e os modelos não são adequados para a indústria da construção, ou que a indústria não é capaz de implementar novas práticas;
- ao deficiente entendimento dos conceitos da GCA, à falta de gestão de topo, à resistência a novas ideias (mudanças), à ausência de objetivos comuns, à divisão de benefícios e de riscos de forma desleal, à diferenciação dos produtos disponíveis e, ainda, ao desconhecimento acerca das necessidades dos clientes, assim como ao aumento da exigência dos mesmos;
- aos problemas associados à forma de relacionamento entre os intervenientes da CA;
- à falta de mapeamento da CA e de estratégias bem definidas.

2.1.3 *Análise Crítica*

A indústria fotovoltaica tem-se deparado com um sério problema: o rápido crescimento desta indústria e o excesso de oferta da mesma. Tais factos provocam uma competição entre as diversas CA existentes. Estudos recentes, elaborados por estes autores indicam que “as análises e os resultados dos modelos teóricos das CA da indústria fotovoltaica criaram descobertas dinâmicas”, no sentido de se concluir que a competição empresarial não é entre organizações; existe, portanto, uma competição entre múltiplas CA das inúmeras indústrias existentes. A literatura pretende abordar este tema, dando a conhecer várias possibilidades para que as empresas saibam como competir, a partir de decisões-chave como, por exemplo: os membros das CA fotovoltaicas devem procurar meios de gestão eficazes para formar parcerias e construir, de forma consistente, a sua CA (fortalece a competitividade no mercado atual) [12].

Com base na cooperação entre fabricantes e retalhistas nas CA ecológicas, são estabelecidos modelos de partilha de receitas entre ambos, nomeadamente o modelo de divisão de receitas liderado pelo retalhista (*Retailer-led revenue-sharing contract game model*) e o modelo de contrato de partilha de receitas (*Bargaining revenue-sharing contract game model*). Foi analisado o impacto de ambos os modelos, com base nos níveis ecológicos, preços dos produtos e lucros da empresa, na CA ecológica. A partir dos resultados, verifica-se que o modelo do contrato de partilha de receita pode melhorar o nível ecológico dos produtos, aumentando o lucro total do fabricante e da CA. Assim, conclui-se que esta é uma forma de promover a cooperação entre os membros da CA ecológica. Em particular, o modelo *Retailer-led revenue-sharing contract* torna os lucros do fabricante, do retalhista e da CA superiores aos lucros sob a condição *Decentralized decision*. O modelo *Bargaining revenue-sharing contract* pode tornar o lucro total da CA ecológica mais favorável do que o anterior; o lucro do retalhista é menor do que na condição *Decentralized decision*. Neste caso, é de

importância máxima tomar medidas apropriadas para compensar a perda de lucro do retalhista [13].

Devido aos fatores apresentados anteriormente, surgiu uma enorme pressão nas organizações da indústria da construção, pelo que melhorar o seu desempenho e produtividade é muito importante. Os autores mencionam também que com a implementação da GCA se consegue otimizar a eficiência (reduzindo custos) e aumentar a produtividade/rentabilidade, levando a um desenvolvimento da inovação e competitividade organizacional [1]. Para se alcançar estes resultados, é fundamental:

- Investir na formação dos intervenientes, para a utilização de ferramentas que otimizem a gestão da CA;
- Integrar os processos da CA, uma vez que permite ultrapassar os problemas causados pela fragmentação, melhorando o desempenho da mesma. O autor refere que "o importante é diminuir os custos e a duração das atividades no local da obra, o que é possível se o fluxo de material e de mão-de-obra não tiver interrupções, isto é, se não existir desperdícios de tempo (atrasos)";
- Criar e rever regularmente as estratégias de GCA (por exemplo melhoria no planeamento, medição e melhoria contínua do desempenho da CA);
- Adotar e racionalizar parcerias com fornecedores chave, criando confiança mútua, metas e objetivos partilhados, de forma a atingirem partilha de benefícios e informação sensível entre os participantes da GCA;
- Adequar tecnologias de informação e uma boa comunicação.

“Qualquer atividade nos armazéns deve ser planeada e executada da forma mais eficiente possível”, isto é, quando se alia “o menor número de recursos ao menor custo possível, conseguem alcançar-se os melhores resultados”, ao nível da CA logístico [1].

2.2 Armazéns

No contexto de uma economia global, caracterizada pelo aumento da competitividade entre as empresas, estas pretendem melhorar os seus níveis de serviço, dilatando os meios de implementação e de distribuição, como por exemplo transportes e armazéns [18]. A tendência cada vez maior para a variabilidade de produtos e ainda dos tempos de resposta mais curtos, tornaram-se fatores decisivos na capacidade de estabelecer operações logísticas eficientes numa empresa, pois os custos logísticos constituem uma importante parte dos custos totais de produção. Assim, percebe-se que a eficiência e a eficácia em qualquer rede de distribuição, é largamente determinante em todas as operações dos armazéns [19].

Os armazéns podem ser definidos como “estações de movimentação de materiais, dedicadas à receção, seja de matérias-primas, produtos semiacabados ou acabados, tal como ao seu armazenamento e conservação, à elaboração do *picking* dos materiais e

expedição dos mesmos”[20]. O papel dos armazéns na logística moderna torna-se cada vez mais expressivo, devido a vários fatores como o célere aumento das transações do comércio eletrônico e os valores desejáveis de *stock* reduzidos, bem como o rápido tempo de resposta ao cliente [21]. O *Just in time (JIT)* é um sistema de gestão da produção que determina que tudo deve ser comprado, transportado e produzido no momento e hora exatos, de acordo com a necessidade do cliente, melhorando a competitividade e a participação das empresas no mercado [22]. Este foi introduzido como um substituto para os sistemas de gestão de *stock* tradicionais, sendo cada vez mais utilizado nas indústrias de produção e serviços [23]. Assim, o *JIT* pretende reduzir os desperdícios, “a partir da eliminação de atividades de valor não acrescentado”, referem os mesmos autores. Estas definições abrangem uma ampla variedade de sistemas e podem ser classificadas pela sua função e localização, em três tipos de armazéns [24]:

- Armazém de distribuição:

Local incumbido de receber os produtos acabados dos centros de produção de uma ou várias empresas, para serem separados, agrupados e despachados para o cliente. Geralmente, encontra-se num ponto intermédio entre os produtores e o cliente, contendo um fluxo constante de entradas/saídas de materiais, assim como um espaço para armazenamento de produtos de grande volume, em quantidades elevadas e, se necessário, para retalho e sobressalentes para reparação e/ou manutenção;

- Existem ainda os pequenos centros de distribuição, que fazem a receção, *picking* e expedição de pequenas ordens para clientes específicos.

- Armazém local:

Normalmente localiza-se perto do cliente, com o intuito de minimizar os tempos e os custos de transporte a este, permitindo, assim, uma rápida resposta. É frequente que a atividade de *picking* seja realizada para produtos individuais (o mesmo artigo pode ser enviado ao mesmo cliente todos os dias);

- Armazém de valor agregado:

Alguns produtos necessitam de requisitos especiais, tais como embalagens diferentes (por exemplo etiquetagem, preços especiais, ou material em processo de retorno); este tipo de armazém pode armazenar determinados materiais com valor considerável (por exemplo, componentes eletrónicos).

Dependendo dos itens que possuem e das funções que estes desempenham, os armazéns podem ser classificados de várias formas, de acordo com o tipo de gestão de *stock* [24]:

- Armazém de matérias-primas e componentes:
Este tipo de armazém contém todos os componentes de *stock* (matéria-prima) e os componentes base para os diversos processos de montagem;
- Armazém de produtos em processo (Work in Progress – WIP):
Num processo de fabrico/montagem, normalmente é necessário armazenar produtos que já foram parcialmente processados, contudo ainda não são produtos acabados. Este tipo de armazém abastece a linha de produção em vários locais, dependendo das necessidades da mesma;
- Armazém de produto acabado:
Inclui os produtos resultantes do processo de fabrico, que posteriormente serão entregues ao cliente; usualmente, localiza-se perto das instalações de fabrico e caracteriza-se por receber e/ou despachar grandes lotes de produção.

Existem inúmeros indicadores capazes de avaliar o funcionamento de qualquer armazém, bem como o desempenho do *layout* implementado. Estes indicadores variam, dependendo dos principais objetivos e competências de cada empresa. Geralmente, nos armazéns, os principais indicadores de desempenho (*Key Performance Indicators: KPI*) são a gestão do espaço e a gestão do tempo [24].

2.2.1 Layouts de armazéns

Quando se fala em armazéns, uma das decisões mais importantes a tomar é sobre o seu *layout*; este descreve o arranjo físico das áreas de cargas e descargas, da receção de materiais e respetivo armazenamento, bem como de equipamentos, escritórios e outras instalações [6]. O mesmo autor refere que “um *layout* eficiente tem um efeito significativo nas suas operações”. Atualmente, o *layout* dos armazéns baseia-se no mesmo princípio – o dito *layout* tradicional, caracterizado pela disposição de corredores paralelos, perpendiculares às paredes [25]. Nos últimos anos, tem-se falado de um *layout* não tradicional (Figura 5), mais comumente conhecido por *Fishbone layout*, caracterizado por corredores transversais diagonais e corredores (nas zonas inferiores) perpendiculares aos restantes (superiores) [25].



Figura 5 - *Layout* convencional (esquerda) e *Fishbone Layout* (direita), elaboração própria in DraftSight

Alguns autores abordam procedimentos distintos para três tipos de *layout*, tendo sido estes propostos [26]:

- Layout fixo:

Neste tipo de *layout*, definem-se as áreas para as diversas atividades e o número de corredores, bem como o comprimento dos mesmos, de forma a tornar-se funcional durante um longo período. De acordo com as características organizacionais, elaboram-se vários *layouts* alternativos; posteriormente, a escolha do *layout* deve ser baseada em cálculos estatísticos ou a partir de uma simulação, tendo como objetivo a minimização da distância a percorrer pelos colaboradores no armazém. É de fácil implementação, no entanto não pode ser ajustado consoante as flutuações do nível de atividade do armazém, pelo que o seu nível de eficiência pode variar, perante um período de maior ou menor carga de trabalho;

- Layout flexível:

O sucesso deste método é fortemente dependente da informação que se possui a cada dia de trabalho. Neste caso, pode não existir informação suficiente para ser aplicável ou para se fazerem simulações. Os autores referem que deve ser feita uma análise, a partir de uma regressão, para suportar a escolha do *layout*; esta deve ser representada por uma equação que relacione a informação disponível com variáveis referentes ao *layout* (por exemplo: número e dimensão dos corredores). Para cada regressão estudada, gera-se um *layout* alternativo, sendo que a escolha do *layout* se baseia na menor distância total média percorrida no armazém. A regressão pode conduzir a *layouts* impraticáveis de implementar, dadas as restrições do espaço físico;

- Layout baseado em categorias:

Visa adquirir uma maior flexibilidade em relação ao *layout* fixo. Uma das dificuldades inerentes ao uso deste método é a seleção de fatores que consigam refletir o nível de atividade do armazém (desde capacidade, número de encomendas ou número total de *pickings* esperados). Tem-se em conta a escolha do número de diferentes categorias a definir, pelo que se pretende obter maior flexibilidade nas atividades do armazém.

Alguns autores mencionam diversos tipos de *layout*, dependendo dos fluxos de materiais. Em grande parte dos armazéns, ocorre uma combinação dos distintos tipos de *layouts* [24]:

- Por nível de atividade:

Os produtos são separados de acordo com a rotação que possuem dentro do armazém, separando-se aqueles que são de reserva, daqueles destinados

ao *picking* ou ao *cross-docking*. Neste caso, a estratégia utilizada é a análise ABC, na qual o critério adotado é a rotação dos materiais (os de maior rotação são os da classe A) (Liebeskind, 2005). Os artigos de maior rotação são alocados perto das saídas do armazém ou em locais de mais fácil acesso;

- Por método de armazenagem e manuseamento:
Agrupam-se os produtos que são manuseados ou armazenados da mesma forma (Frazelle, 2002), isto é, estes produtos podem ser alocados em prateleiras (ou em caixas), ou até mesmo no solo, em paletes;
- Por características do material/produto:
Os materiais/produtos com características semelhantes são armazenados na mesma área. Cada área distinta pode apresentar métodos de armazenagem díspares, de acordo com o tipo de material/produto armazenado;
- Por característica da encomenda:
Os produtos são agregados por rota ou sequência de processos, sendo armazenados em áreas específicas, ou seja, exige a criação de áreas dedicadas para cada produto fabricado;
- Por fornecedor ou cliente:
Aplica-se este tipo de *layout* em caso de fornecimento de produtos únicos para clientes importantes. Ocorre a agregação dos produtos e o seu respetivo armazenamento, numa área pré-determinada para o cliente em causa; a atividade de *picking* torna-se mais rápida, as distâncias percorridas pelos colaboradores diminuem e, normalmente, os custos de movimentação de material são menores.

Existem várias filosofias de *layout* apropriadas para diferentes ambientes industriais [27]. De acordo com estes autores, os *layouts* de armazéns podem ser:

- Layout de posição fixa:
Alguns produtos são demasiado grandes para serem frequentemente realocados, de modo que devem permanecer fixos na mesma posição; o *layout* deve ser baseado no tamanho e na forma dos produtos, pelo que as máquinas e colaboradores se movem em torno dos mesmos (por exemplo: indústria da aviação ou naval);
- Layout por produtos (ou em linha):
É tipicamente utilizado na produção padronizada de alto volume. As linhas de montagem são organizadas de acordo com a sequência das etapas necessárias para produzir os produtos; este tipo de *layout* é desejável para a produção em massa;

- Layout de processos:

Os *layouts* de processo são mais eficazes quando há uma grande variedade de produtos; as máquinas são dispostas tendo em conta a operação que realizam, sendo agrupadas num local onde se executam operações semelhantes. Os *layouts* de processo têm a vantagem de minimizar o tempo inativo da máquina.

Existem outras distintas pesquisas bibliográficas que dão a conhecer diversos tipos de *layout*, nomeadamente:

- Os autores apresentam dois tipos de *layout*, de acordo com o tipo de armazenamento de materiais – *layout* baseado no empilhamento em blocos e sistema de estantes porta-paletes [28];
- Outros autores referem que o *layout* deve incidir na distância total percorrida entre as operações de *picking* e as operações de expedição e, consequentemente, refletir a minimização das distâncias percorridas pelos colaboradores [26].

Em suma, considera-se fulcral a escolha de um *layout* adequado, para cada tipo de organização, por variadas razões [6]:

- Investimento monetário substancial;
- Compromisso a médio-longo prazo;
- Impacto significativo no custo e eficiência das operações de curto prazo, nomeadamente a posição de cada centro de trabalho, pois o mesmo influencia nos custos de transporte e armazenamento [27];
- Motivação dos colaboradores.

2.2.2 Modelos de gestão de armazéns

O papel da logística na produção é cada vez mais amplo, relativamente ao passado, por se considerarem fatores como a globalização, a elevada concorrência e a redução do *time-to-market*. Este complexo cenário levou a um maior interesse no planeamento das atividades e processos [20]. Existem vários métodos e abordagens, tais como simulação computacional, análise estatística e ferramentas *lean* para melhorar a eficiência e produtividade, determinando a melhor combinação de recursos em linhas de produção, processos de construção, energia, serviços e cadeias de abastecimento [29].

A gestão de armazéns constitui uma parte essencial do sistema logístico de uma empresa, pelo que um dos objetivos da logística é melhorar a eficiência das atividades e processos nos armazéns, assegurando mutuamente a segurança dos colaboradores e a qualidade dos produtos, para maior satisfação do cliente [30]. Um estudo de 2003 afirma que só o armazenamento contribui em cerca de 20% dos custos logísticos das empresas [31]. É uma grande responsabilidade selecionar os modelos de gestão mais

apropriados, de forma a melhorar os processos dos armazéns [32]. Alguns estudos mencionam que existem autores capazes de se adaptar à realidade japonesa para o desenvolvimento de um sistema produtivo, com o intuito de eliminar desperdícios, otimizando os recursos das organizações [33]. O termo *Lean Manufacturing* apareceu pela primeira vez em 1990, como resultado de um estudo comparativo entre o tipo de produção em massa das empresas Europeias e Americanas e o tipo de produção flexível, mais conhecida por *Toyota Production System (TPS)*. Foram introduzidos novos conceitos revolucionários na indústria automóvel [33]:

- Máquinas "multiusos": máquinas que executam diversos trabalhos, apenas com uma mudança rápida de ferramentas;
- Especialização dos colaboradores: os colaboradores não são apenas uma força trabalhadora; fazem parte integrante da melhoria contínua nos processos de produção;
- Sistema *Pull*: produz-se apenas o que é necessário, sendo a necessidade de produção criada pela procura real do produto. Por outras palavras, a procura "puxa" pela produção, sendo reduzido/eliminado o conceito de *stock*, tornando-se o fluxo de produção e informação mais contínuos (o sistema *Push* funciona exatamente ao contrário: produz-se o que é e não é necessário; a procura "empurra" a produção, os níveis de *stock* são mais elevados e os fluxos de produção e informação não são contínuos).

Ao longo dos anos, os princípios, metodologias e ferramentas implementados na *Toyota* consolidaram-se, e foram aplicados a partir da nova abordagem aos sistemas operativos - *Lean Manufacturing* [33]. Em suma, o autor menciona que *Lean Manufacturing* é uma cultura orientada para empresas industriais e serve para detetar desperdícios e ineficiências, para posteriormente se eliminar perdas e otimizar os sistemas operativos. Com a aplicação de algumas ferramentas *Lean*, percebeu-se que a maioria dos problemas resultavam das áreas de apoio ao sistema operacional, sendo que esta cultura foi implementada nas mesmas [33]. "*Lean* é um conjunto de princípios, práticas, ferramentas e técnicas projetadas para combater as causas de uma *performance* operacional baixa", cita o mesmo autor [33]. Vários estudos demonstram o benefício da implementação de ferramentas *Lean* no apoio à gestão de armazéns, nomeadamente: Melhoria contínua, *Jishuken*, *VSM*, *5S*, Trabalho padronizado e Gestão visual [34]. Esta abordagem sistemática serve para eliminar perdas em toda a CV de uma organização, nomeadamente atividades sem valor acrescentado, com o objetivo de aproximar a *performance* operacional às necessidades do cliente (minimização de custos e tempos de entrega, bem como aumento da qualidade do produto) [33]. Os armazéns são espaços que merecem atenção por serem uma peça fundamental na CV, sendo normalmente aqueles que têm uma margem superior para a otimização dos seus processos.

2.2.2.1 *Melhoria contínua*

Em Japonês, *Kaizen* significa “mudança para melhor” e refere-se à filosofia que incide na melhoria contínua dos processos de manufatura, engenharia, gestão de negócios ou qualquer processo na área da saúde e indústrias [35]. O mesmo autor refere que esta ferramenta é extremamente importante para a melhoria dos processos e qualidade dos produtos, bem como para envolver todos os colaboradores do chão de fábrica, não sendo necessário um investimento substancial. O principal objetivo é, portanto, identificar os desperdícios (das atividades e dos processos) na organização, de forma a reduzir os custos e, ao mesmo tempo, melhorar a qualidade dos produtos e a *performance* dos colaboradores para maior satisfação do cliente [36].

Alguns autores, a partir do livro *Continuous Improvement Tools*, afirmam [35]:

“The single most destructive force in the move to improving the quality of American organizations today is the lack of commitment and understanding of how to make quality happen on the job”.

2.2.2.2 *Jishuken*

“A atividade *Jishuken* teve início nos anos 60 na *Toyota*, com a intenção de formar equipas autónomas e multidisciplinares, que participam numa atividade intensiva para a resolução de um problema em tempo reduzido” [37]. Este modelo pretende que os intervenientes consigam:

- Adquirir os conhecimentos teóricos sobre melhoria contínua;
- Adquirir o efeito do *Kaizen* / Eliminar o MUDA / Aumentar a produtividade;
- Contribuir para a melhoria dos KPI da organização (*speed-up*);
- Obter resultados imediatos, valorizando o trabalho em equipa.

2.2.2.3 *VSM*

Value Stream Mapping (VSM) é uma ferramenta de diagnóstico que propõe o desenho de um diagrama representativo de todas as atividades envolvidas no fluxo de material e informação necessárias para a produção de um produto ou serviço, ao longo de toda a sua CV [33]. A ferramenta divide-se em quatro etapas fundamentais, sendo que o objetivo é obter uma visão global da CV, identificando quais as atividades que agregam valor, bem como as várias fontes de perdas na mesma. Em seguida, desenvolvem-se ações de melhoria que devem ser colocadas em prática para melhorar a *performance* dos colaboradores. Este método foi adaptado para investigar o estado atual de um processo (de produtos ou serviços) e, posteriormente, sugerir o estado futuro mostrando as soluções para os problemas identificados [34].

2.2.2.4 5S

Método japonês capaz de organizar o espaço de trabalho, debruçando-se nas iniciais de cinco palavras [38]:

- *SEIRI* (Seleção): separar o necessário do desnecessário. Reduz a necessidade e gastos com espaço, *stocks*, armazenamento e transporte;
- *SEITON* (Organização): colocar cada coisa no devido lugar. Os itens utilizados com maior frequência devem encontrar-se junto dos colaboradores, de modo a evitar movimentações desnecessárias;
- *SEISO* (Limpeza): limpar e cuidar o posto de trabalho. A limpeza pode ser considerada uma forma de inspeção que expõe condições anormais ou falhas, podendo prejudicar o processo ou o produto;
- *SEIKETSU* (Padronização): criar regras e normas, de forma a que os primeiros 3S sejam mantidos;
- *SHITSUKE* (Disciplina): incentivar à melhoria contínua, com atribuição de hábitos e responsabilidades.

Este método faz parte do sistema *TPS* (o modelo de gestão mais utilizado na indústria automóvel), onde se desenvolve a disciplina e a limpeza no local de trabalho, maximizando a eficiência e a produtividade. Este método é muito relevante pela existência da correlação positiva com os resultados da produção [39].

2.2.2.5 Trabalho padronizado

O trabalho padronizado consiste em estabelecer procedimentos *standard* para cada tarefa (e colaborador), com base no *Takt time*. Com a implementação deste método, consegue-se reduzir a variabilidade nos processos e os acidentes de trabalho, bem como o tempo de formação de novos colaboradores, obtendo-se uma base comum para ações de melhoria contínua [33].

2.2.2.6 Gestão visual

O problema da comunicação dentro de uma organização ocorre, na maior parte das vezes, mais do que a comunicação “além-fronteiras”. Para combater este problema, foram criados sistemas de gestão visual [40], através da utilização de símbolos e/ou cores. Alguns autores referem que o método de gestão visual funciona como uma ferramenta bastante útil para melhorar a eficiência dos processos e a *performance* dos colaboradores, com a perspetiva de se alcançar os objetivos propostos pela empresa [33], [34] e [40].

2.2.3 Armazéns de produtos diferenciados

Nas indústrias a maior parte do valor é acrescentado no chão de fábrica, onde as matérias-primas são transformadas em produtos, de acordo com a procura do mercado

[32]. Os armazéns podem ser usados para armazenar produtos, seja matéria-prima ou produtos semiacabados e acabados, funcionando como suporte para a variabilidade da procura e oferta [41].

Desta forma, para uma eficaz gestão de *stocks* pode adotar-se um dos dois métodos, [24]:

- *FIFO (First-In-First-Out)*: “O primeiro que entra, é o primeiro a sair”. Os itens colocados em primeiro lugar no armazém, são os primeiros a serem retirados. Assim, no fim de um determinado período, os produtos que constam em *stock*, são os foram recentemente armazenados;
- *LIFO (Last-In-First-Out)*: “O último que entra, é o primeiro a sair”. Os itens armazenados em último lugar, são aqueles que são retirados em primeiro lugar. Desta forma, no fim de um determinado período, o *stock* consiste nos itens armazenados no início deste período que não foram recolhidos.

Outros autores referem ainda mais exemplos de armazéns que contêm uma variedade de produtos considerável:

- Armazéns de produtos alimentares (produtos perecíveis, semiperecíveis e não perecíveis) [42];
- Armazéns de produtos para a indústria (por exemplo, indústrias automóvel e de aviação) [34].

De forma a otimizar os processos neste tipo de armazéns, deve adotar-se o *layout* mais adequado, consoante as características da empresa, ajustando-se o tipo de armazenamento tendo em conta os materiais rececionados. Os sistemas de armazenamento podem ser classificados como armazenamento fixo ou aleatório (Tabela 4) [43].

Tabela 4 - Tipos de armazenamento

Armazenamento fixo	Armazenamento aleatório
Cada unidade de manutenção de <i>stock</i> (<i>SKU</i>) é atribuída a uma posição de armazenamento fixa.	Cada <i>SKU</i> é recebida e atribuída a qualquer posição de armazenamento adequada/disponível.

Na Tabela 5 e na Tabela 6 descrevem-se as principais vantagens e desvantagens para cada tipo de armazenamento, descrito na Tabela 4 [43].

Tabela 5 - Vantagens e desvantagens do tipo de armazenamento fixo

Armazenamento fixo	
Vantagens	Desvantagens
Localização fixa dos produtos;	Maior necessidade de espaço.
Menor número de viagens (colaboradores);	
Bom sistema de localização.	

Tabela 6 - Vantagens e desvantagens do tipo de armazenamento aleatório

Armazenamento aleatório	
Vantagens	Desvantagens
Menor necessidade de espaço.	Localização aleatória dos produtos;
	Maior número de deslocações (colaboradores).

É de notar que pode existir, em qualquer armazém, o tipo de armazenamento misto, ou seja, podem ser criadas, dentro do mesmo armazém, áreas afetas a localizações fixas e a localizações aleatórias simultaneamente, de acordo com os critérios adotados por cada organização.

A crescente atenção dos clientes à qualidade dos produtos deve ser considerada pela logística de qualquer organização [30]. Assim, os mesmos autores referem que para o desenvolvimento eficaz do *layout* de um armazém e para a melhor escolha no que diz respeito ao tipo de armazenamento, devem ser analisados alguns critérios, particularmente:

- Similaridade – os produtos que foram rececionados juntos, devem ser armazenados da mesma forma. O armazenamento no mesmo local de *stock* resulta numa manipulação e utilização de espaço mais eficientes;
- Tamanho – os produtos de maior dimensão devem ser armazenados o mais próximo possível da zona de expedição. Os custos de manuseamento e distâncias diminuem quando este critério é implementado;
- Características dos produtos – existem diversos tipos de produtos, o que permite um armazenamento e manipulação diferentes, de acordo com o tipo de produto, desde materiais frágeis, perigosos ou até pela sua forma/volume.

As práticas do *Lean Manufacturing* permitem a produção de uma grande diversidade de produtos, a um custo inferior e com maior qualidade, ao mesmo tempo que são utilizados menos recursos, em comparação com as restantes práticas tradicionais [32]. Estes pontos, juntamente com os modelos e ferramentas de gestão, devem influenciar positivamente os *KPI* anteriormente mencionados [24].

2.2.4 Modelos de picking

A gestão de armazéns e as operações dos mesmos são um fator essencial na GCA [20]. As atividades incluídas nos armazéns passam pela receção dos materiais, o seu armazenamento, *picking*, expedição e serviço ao cliente [44].

Alguns autores indicam que o *picking*, também conhecido por *order-picking* (separação e preparação de pedidos), consiste na recolha, em armazém, de materiais que podem ser de distintas categorias e quantidades variáveis, face ao pedido de um cliente, de forma a satisfazê-lo [20]. Desde sempre que o *picking* é identificado como a atividade que exige mais trabalho e, também a que é mais dispendiosa na maioria dos armazéns [31], podendo ser executada manualmente, ou então de forma automatizada [45]. Aquando de armazéns manuais, o *picking* torna-se a atividade com mais intensidade de mão-de-obra, enquanto que se o armazém possuir sistemas automatizados, subsiste uma intervenção muito mais intensiva a nível do capital por parte da empresa [31]. “Esta atividade é bastante crítica, normalmente em armazéns não automatizados, com grandes quantidades e variabilidade de itens” [44]. Existe um estudo que compara e demonstra os resultados entre dois sistemas de *picking*: o sistema de *picking* manual (A) e o sistema de *picking* automatizado (B) [46]. A experiência comprova a diferença entre os tempos médios de *picking* do sistema A e do sistema B, sendo que o sistema B obteve melhores resultados.

Outros autores acrescentam que se estima que o custo da separação e preparação dos pedidos seja de até 55% da despesa operacional total do armazém (esta percentagem depende do tipo de armazém) [31]; o mau desempenho neste processo pode levar a um serviço insatisfatório, com um custo operacional elevado para o armazém e, consequentemente, para toda a CA. Um autor afirma que este custo se deve, essencialmente, ao facto de os abastecedores gastarem cerca de 50% do tempo total em atividades improdutivas, como, por exemplo, as deslocações (Figura 6) [47].

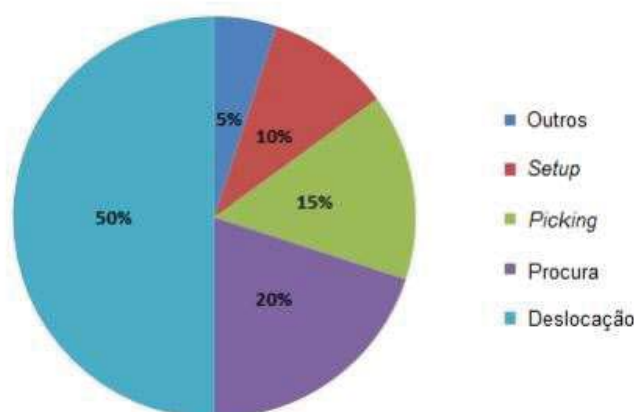


Figura 6 - Percentagem dos tempos típicos na recolha de artigos num armazém

A principal sugestão dada por vários autores tem recaído na minimização das deslocações, de forma a otimizar o tempo total de separação e preparação de pedidos [45]. Os autores mencionam que “reduzindo as deslocações efetuadas pelos abastecedores, tal facto tem um impacto direto no desempenho do armazém, em

termos de custos e prazos de entrega, afetando o desempenho de toda a CA". De forma a ocorrer uma operacionalização eficiente, "o *picking* deve ser robusto e controlado de maneira ideal, pelo que os gestores da logística consideram esta área promotora da melhoria contínua" [31].

De acordo com um caso de estudo, percebe-se que "a existência de vários Algoritmos de otimização são uma boa solução para resolver o problema da escolha da rota de *picking*" [47].

Na Figura 7 apresentam-se os exemplos das rotas com aplicação dos Métodos Heurísticos, os quais são mencionados na Tabela 7.

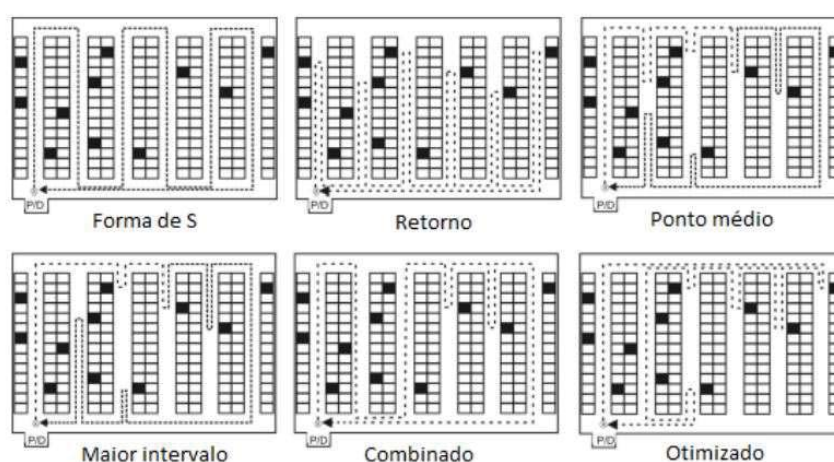


Figura 7 - Exemplos de rotas aplicando os Métodos Heurísticos

Os Algoritmos, por norma, não são fáceis de compreender nem de implementar, pelo que se apresentam, como alternativa, Métodos Heurísticos, que embora não apresentem as melhores soluções, indicam propostas plausíveis, fáceis de implementar e memorizar. Na Tabela 7 apresentam-se alguns Métodos Heurísticos para definir rotas de *picking* dos colaboradores.

Tabela 7 – Métodos Heurísticos que definem a rota de *picking* dos colaboradores

Métodos Heurísticos para definição de rotas de *picking*

1. Forma de S (*S-Shape*)

O colaborador percorre totalmente o corredor que contenha, pelo menos, um artigo para recolha. Os corredores que não contenham artigos para recolher não são percorridos. No final do *picking*, o colaborador dirige-se ao depósito da recolha;

2. Método de retorno (*Return Method*)

O colaborador entra e sai dos corredores sempre pelo mesmo lado. Tal como no método apresentado anteriormente, os corredores que não contenham artigos para recolher não são percorridos.

3. Método do ponto médio (*Midpoint Method*)

Os corredores são divididos a meio; se o colaborador necessita de recolher artigos na metade da frente do corredor, entra pela parte da frente do mesmo; caso o artigo se encontre localizado na metade de trás do corredor, o colaborador entra pela parte de trás deste.

4. Maior Intervalo (*Largest Gap*)

O colaborador que recolhe artigos num determinado corredor, entra e sai pelo mesmo lado, à exceção do primeiro e último (percorridos na totalidade). O intervalo representa a separação entre qualquer recolha que esteja próxima (por exemplo: entre a primeira recolha num corredor e o corredor da frente). Se o intervalo for maior entre duas recolhas adjacentes, o colaborador executa a rota de retorno entre ambos os pontos finais do corredor; caso contrário, é usada uma rota de retorno, seja pela parte frontal ou traseira. Assim, os grandes intervalos nos corredores não são percorridos. Este método é mais robusto face ao método anteriormente apresentado;

5. Combinado (*Combined*)

O colaborador pode entrar e sair pelo mesmo lado, e os corredores que contenham artigos podem ser percorridos parcial ou totalmente. Este método é a combinação da heurística S com a de Retorno;

6. Otimizado (*Optimal*)

Todos os métodos de *picking* descritos implicam restrições na sua implementação, uns mais do que outros. O método otimizado combina teoria de grafos e programação dinâmica, permitindo encontrar uma rota ótima.

Vários autores apresentam o seu ponto de vista sobre diferentes métodos de *picking* – Figura 8. De acordo com o autor, existem dois métodos de *picking* que se subdividem em vários modelos, dependendo do tipo de organização e das suas condições [46]:

- Manual (trabalho humano):
 - *Picker-to-parts* (escolha por artigo ou encomenda, por exemplo, *pick-and-pass*);
 - *Put system*;
 - *Parts-to-picker* (por exemplo, *Vertical Lift Modules*);
- Automatizado (trabalho máquina):
 - *Automated picking* (por exemplo, *A-frame*);
 - *Picking robots*.

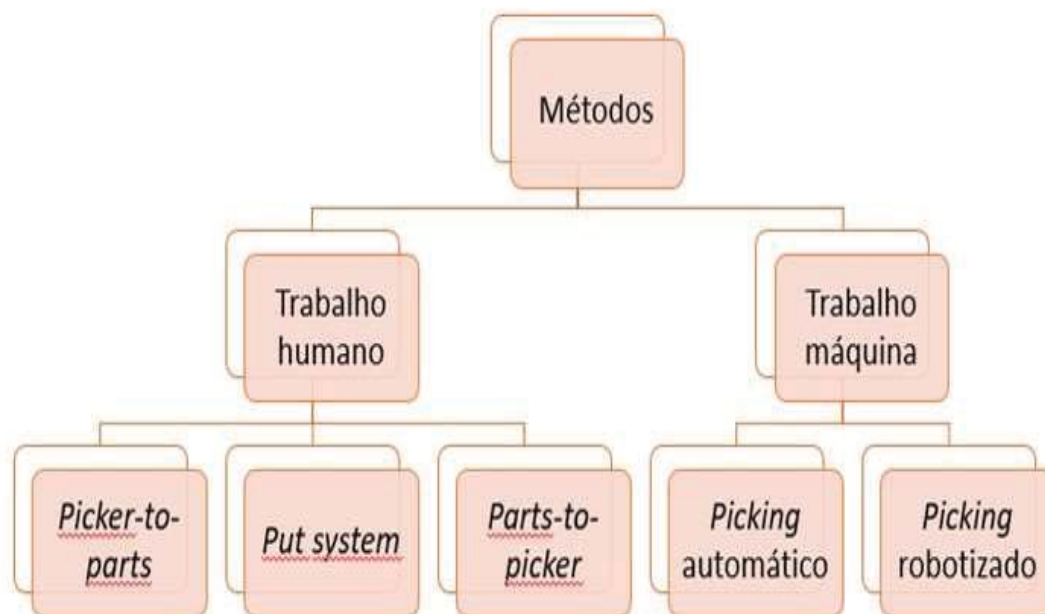


Figura 8 - Classificação de métodos de *picking*

Um autor apresenta diversos modelos de *picking*, sendo que cada um deles determina quais os materiais que são colocados na lista de *picking* e como são recolhidos, posteriormente, dos seus locais de armazenamento (Tabela 8) [47].

Tabela 8 - Modelos de *picking*

Modelos de <i>picking</i>	
<u><i>Picking discreto</i></u> (<i>Pick-to-order</i> , <i>Rushton et al.</i> , 2010)	Modelo mais básico: os produtos ficam alocados em prateleiras ou <i>racks</i> . O colaborador recolhe e separa os materiais à unidade, até que o pedido esteja completo. Meios de movimentação utilizados: carrinhos de <i>picking</i> . Para pequenas encomendas, não é vantajoso pelo excessivo tempo gasto nos trajetos de <i>picking</i> ;
<u><i>Picking por lote</i></u> (<i>Batch picking</i> , <i>Rushton et al.</i> , 2010)	Modelo intermédio: vários tipos de produtos, disponíveis nas várias áreas de armazenamento, são agrupados em lotes pequenos. O colaborador passa pelas várias áreas e recolhe os materiais para completar múltiplos pedidos ao mesmo tempo. Meios de movimentação utilizados: carrinhos de <i>picking</i> com caixas. É especialmente utilizado para pequenas encomendas, poupando tempo devido à redução das distâncias de viagem. Contudo, no final, os materiais têm de ser separados por pedido de cliente;
<u><i>Picking por zona</i></u> (<i>Zone picking</i> , <i>Koster et al.</i> , 2007)	Os colaboradores são divididos pelas distintas áreas definidas, onde os pedidos são recolhidos. Cada colaborador efetua o <i>picking</i> , deslocando-se apenas numa pequena área (redução do congestionamento do tráfego). Meios de movimentação utilizados: esteiras rolantes e prateleiras próximas dos colaboradores (evita desperdícios de movimentações dentro do armazém). Deve ser usado por empresas com elevado número de <i>SKUs</i> , implementando-se um sistema de gestão de armazéns para maior eficiência da atividade (analisa cada material do pedido e identifica em que zona está localizado);
<u><i>Picking por onda</i></u> (<i>Wave picking</i> , <i>Ackerman</i> , 1997)	Idêntico ao <i>picking</i> discreto: cada colaborador é responsável pelo <i>picking</i> de um tipo de produto único; a recolha é agendada e feita em todas as áreas no mesmo momento e, posteriormente, é efetuada a separação dos itens para criar os pedidos individuais. Normalmente, são utilizadas prateleiras para alocar os itens, sendo uma ótima estratégia para as empresas que possuem elevado número de <i>SKUs</i> e quantidade média-alta de itens por pedido;
<u><i>Bucket Brigades</i></u>	Torna a operação autobalanceável, permitindo compensar as diferenças de produtividade entre os colaboradores. Este modelo permite [48]: <ul style="list-style-type: none"> • Diminuir a necessidade de planeamento e gestão dos processos; • Ganhar agilidade, flexibilidade e qualidade das operações; • Aumentar o número de unidades processadas.

Outros autores mencionam modelos de *picking* igualmente interessantes, ao nível da minimização da distância percorrida pelos colaboradores e, consequentemente de tempos de *picking*. Então:

- Alguns autores sugerem os seguintes métodos [49]:
 - Regra de seleção aleatória: o pedido de *picking* é selecionado aleatoriamente;
 - Regra de seleção do número mínimo de zonas visitadas repetidas: em primeiro lugar determina-se o número de zonas visitadas repetidamente, para cada ordem, no conjunto de pedidos de *picking*; então calcula-se quantas zonas são visitadas pelos pedidos. Aquele com o mínimo de zonas visitadas repetidas é selecionado;
 - Regra do tempo mínimo de viagem (Figura 9): seleciona a zona que requer menos tempo de viagem, isto é, a zona mais próxima da zona Y é selecionada (zona W), a zona mais próxima de W é selecionada (zona Q) e assim sucessivamente;

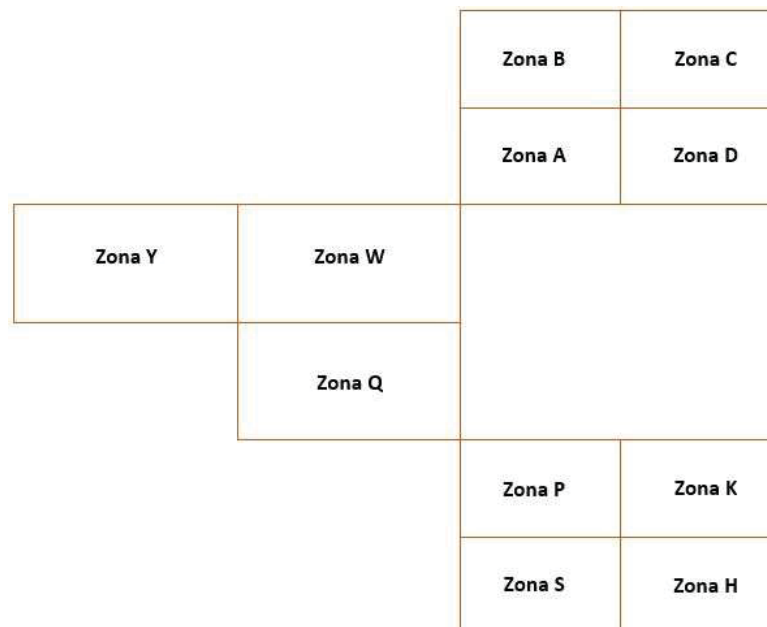


Figura 9 – Regra do tempo mínimo de viagem

- Regra do tempo mínimo do *picking*: calcula-se o tempo de *picking* de cada zona; posteriormente, o método seleciona a zona com o menor tempo de *picking*, até que os *pickings* de todas as zonas sejam efetuados.

Com estes métodos, propõe-se um novo *design* que pode converter a tradicional linha sequencial de *picking* numa zona de separação de pedidos a partir de uma rede, que deve oferecer flexibilidade nas rotas dos mesmos.

- Outros autores abordaram algumas heurísticas, que podem melhorar a eficiência do *picking* [50]:
 - Nearest neighbor: algoritmo utilizado para determinar uma solução para o problema do vendedor. Este inicia a sua viagem por uma cidade aleatória e, repetidamente, visita a cidade mais próxima até que todas tenham sido

visitadas. Produz-me rapidamente uma solução, mas geralmente pode não ser a mais otimizada;

- Shortest arc: seleção iterativa dos arcos mais curtos entre os nós num gráfico, onde posteriormente se constrói uma rede final a partir desses arcos. Como resultado, os arcos escolhidos aparecem interligados e todos os nós se encontram conectados;
- Randomized construction: esta heurística pretende minimizar os custos totais, no sentido em que a escolha dos arcos que incorrem em custos ligeiramente mais elevados no início da heurística, pode render um conjunto mais atraente de arcos disponíveis no final da mesma;
- Tabu search: abordagem estratégica que pode gerar soluções aproximadas para problemas de otimização combinatória. A pesquisa Tabu usa um procedimento de pesquisa local, ou de vizinhança, para se mover de forma iterativa de uma potencial solução X para uma solução otimizada X'.

As Heurísticas apresentadas revelam resultados positivos, aproximando-se da solução ótima, face ao objetivo que as empresas pretendem – otimização dos processos e redução nas distâncias e tempos de *picking*.

As empresas necessitam, portanto, de planear as suas atividades, de modo que estas sejam efetuadas no menor tempo, com a menor incidência de erros possível [51] e apontam para a necessidade de se ter em atenção a ergonomia, em relação ao armazenamento e *picking*. Um dos principais desafios do *picking* é conseguir aliar a redução das distâncias percorridas pelos colaboradores à eficiência e qualidade no processo [46].

2.2.5 Ferramentas de apoio à gestão de armazéns

Cada vez mais as organizações possuem uma elevada quantidade de informação e, portanto, surge a necessidade de aplicar ferramentas que apoiem eficazmente as tomadas de decisão. Estas ferramentas foram estruturadas, principalmente, a partir da década de 50, baseadas em conceitos e práticas existentes; desde então, a sua aplicação tem sido uma importante mais valia para os sistemas de gestão organizacionais [52].

2.2.5.1 Brainstorming

Brainstorming é uma das técnicas para fomentar a criatividade, através da qual os pensamentos e as ideias de uma equipa multidisciplinar, são partilhados espontaneamente entre os membros, a fim de se alcançar soluções para os problemas práticos [53]. O trabalho desenvolvido por estes autores sugere algumas técnicas de *Brainstorming*, nomeadamente:

- Técnica de grupo nominal: os participantes escrevem as suas ideias de forma anónima; o moderador recolhe as ideias e o grupo vota em cada uma delas;
- Brainstorming individual: cada participante escreve as suas ideias de forma livre; no final, todas as ideias são recolhidas e estudadas;
- Método de mapeamento de ideias em equipa: as ideias dos participantes encontram-se dispostas num mapa para posterior análise;
- Brainstorming dirigido: os participantes indicam as suas ideias aleatoriamente, sendo este diálogo dirigido por um moderador. As ideias vão sendo melhoradas, até que se consiga obter a melhor ideia para o problema em causa;
- Brainstorming baseado em pergunta – resposta: há uma conversa entre os participantes, que se baseia em colocar perguntas; o objetivo é encontrar as melhores respostas para cada intervenção [35].

Existe ainda um método alternativo, *Brain-writing*, ou Método 6-3-5 [54]. A metodologia envolve, normalmente, um grupo de seis pessoas, com o apoio de um moderador. Cada participante deve escrever três ideias, num período que não ultrapasse cinco minutos. Ao longo do processo, promove-se a leitura das várias ideias escritas. Ao fim de trinta minutos, o grupo alcança 108 novas ideias. Esta técnica é particularmente útil para um grupo de pessoas que estão reticentes em mostrar as suas ideias em grupo.

2.2.5.2 Diagrama de Ishikawa

O diagrama de Causa-efeito, também conhecido por Diagrama de *Ishikawa*, é um gráfico que “tem como finalidade organizar o raciocínio e as ideias de um problema prioritário em vários processos”. As causas mais prováveis de algum problema podem ser classificadas como sendo de quatro tipos distintos, quando aplicada a metodologia 4M – Métodos, Materiais, Máquinas e Mão-de-obra [55]. O mesmo autor enuncia que esta ferramenta promove a técnica de *Brainstorming*, envolvendo as pessoas da organização para a resolução de problemas.

2.2.5.3 Spaghetti Diagram

Representação visual que utiliza uma linha de fluxo contínuo e permite traçar o(s) caminho(s) de um item ou atividade de um processo; é usado para identificar movimentos desnecessários, interseções ou colisões entre os colaboradores da organização [56]. O mesmo autor indica que esta ferramenta pode ser utilizada para analisar movimentos futuros, projetando-os na nova área de trabalho, com o objetivo de diminuir os tempos de movimentação. Um exemplo prático, apresentado por este autor, insere-se na área da saúde: um estudo dos movimentos dos pacientes, funcionários e médicos numa sala de radiologia; pretende-se minimizar os movimentos dos intervenientes para obtenção de medicamentos (sugestões: criar um único local para os medicamentos ou diminuir as distâncias entre os vários locais).

2.2.5.4 *Análise SWOT*

A análise *SWOT* (*Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats*) é uma ferramenta utilizada para planeamento estratégico, sendo, tradicionalmente, uma forma de *Brainstorming* [57]. Auxilia as organizações a obter uma melhor visão dos ambientes interno e externo, “analizando planos e decisões estratégicas, posicionando-os numa das quatro opções: pontos fortes, pontos fracos, oportunidades e ameaças”, referem os mesmos autores.

2.2.5.5 *5W2H*

Ferramenta muito simples de usar e também eficaz para descrever as ações planeadas, de forma cuidada e objetiva, numa determinada situação [58]. Desenvolve-se o plano de ação, respondendo às seguintes perguntas:

- *What; When; Who; Where; Why; How; How much.*

É de salientar que existem versões mais simples (por exemplo *5W* e *5W1H*), devendo ser empregue em cada situação a que se adequa à complexidade da mesma, (Werkema, 1995) [58].

2.3 Sistemas de armazenagem e movimentação

A segurança no local de trabalho é importante, tanto para funcionários como para a empresa [59]. Em parte, tal facto deve ser refletido nos sistemas de armazenagem e movimentação de qualquer organização.

2.3.1 *Sistemas de armazenagem*

Os sistemas de armazenamento são “conjuntos de equipamentos que servem para arrumar, de forma conveniente, as matérias-primas ou produtos semiacabados e/ou acabados, seja manualmente ou recorrendo-se a equipamentos de movimentação” [24]. Outro autor afirma que existem diversos tipos de sistemas de armazenagem, os quais devem ser utilizados de acordo com o tipo de produto a armazenar e a área disponível para tal [60]. Este autor refere que para uma correta utilização dos distintos sistemas de armazenagem, deve ter-se em consideração as características do produto (por exemplo, peso e dimensões), as condições do espaço (por exemplo, condições do piso e pé direito) e ainda as condições operacionais (por exemplo, a quantidade de itens armazenados).

A Tabela 9 descreve os diferentes tipos de sistema de armazenamento, considerando vários aspetos: tecnologia, tipo de armazenamento e localização dos produtos [60].

Tabela 9 - Sistemas de armazenamento

Sistemas de armazenamento		
Características	Tipo	Descrição
Tecnologia	Armazenamento no chão (<i>ground storage</i>)	Os produtos são armazenados no chão.
	Armazenamento em estantes (<i>shelf storage</i>)	Os produtos são armazenados em estantes.
Tipo	Armazenamento em bloco	Os produtos são empilhados uns em cima dos outros, lado a lado, um depois do outro.
	Armazenamento em linha	Os produtos são empilhados uns em cima dos outros, lado a lado, um depois do outro, porém com corredores entre <i>racks</i> .
Localização	Armazenamento estático	Os produtos mantêm a localização desde a arrumação até à expedição.
	Armazenamento dinâmico	Os produtos podem sair da localização inicial.

O armazenamento em estantes, mais conhecido por sistema de *racks* (Figura 10), é normalmente utilizado para otimizar o espaço e a altura num armazém. Os produtos são colocados em prateleiras específicas, possibilitando um armazenamento eficiente. Para armazenamento de cargas de grande dimensão, a solução mais adequada é o sistema em *Cantilever* (Figura 11).

Figura 10 - Sistemas de *racks* (retirado de www.loapsa.com)



Figura 11 - Sistema *Cantilever* (retirado de www.endal.pt)

Existem vários sistemas de *racks* que devem ser adquiridos de acordo com o tipo de material a armazenar, que são os seguintes:

- *Line racks* (lado esquerdo da Figura 10);
- *Pallet racks* (lado direito da Figura 10);
- *Container racks* (Figura 12).



Figura 12 - Sistema de *racks* em contentor (retirado de <http://www.m-i.be>)

Utiliza-se este tipo de sistema de armazenagem quando é necessário um acesso direto aos diferentes materiais. Na Tabela 10 apresentam-se as vantagens e desvantagens do mesmo.

Tabela 10 - Vantagens e desvantagens do sistema de armazenagem (sistema de *racks*)

Armazenamento em sistema de <i>racks</i>	
Vantagens	Desvantagens
Clara atribuição da localização ao material, facilitando a utilização de sistemas de localização (acesso às posições do <i>stock</i>);	Limitação na utilização do espaço horizontal (existência de corredores);
Implementação de estratégia <i>FIFO</i> .	Adequados para um único tipo de material (embalagem).

Em alguns casos, é mais conveniente que os produtos se movam desde a arrumação até à sua expedição, por mecanismos de transporte (exemplo: *conveyors*). Os *racks* dinâmicos (Figura 13) podem ser:

- Sistemas de corredores móveis;
- *Racks* rotativos;
- *Flow rack*;
- *Roller pallet systems*.



Figura 13 - Sistemas de *racks* dinâmicos (retirados de www.endal.pt, www.hmp-solucoes.pt, www.creform.com, www.cisco-eagle.com)

Este tipo de sistema de armazenagem é ideal para armazéns com elevada rotatividade, promovendo uma redução nas distâncias percorridas pelos colaboradores, que resulta num nível de desempenho superior dos mesmos; contudo, requer um maior espaço disponível e um grande investimento, tanto nos equipamentos como na manutenção dos mesmos.

A integração e implementação de TI demonstram grandes oportunidades de melhoria num armazém em termos de controlo de *stock*, menor tempo de resposta e maior variedade de *SKUs*. Pode-se utilizar sistemas de reconhecimentos de voz, (*Voice Recognition: VR*) [24] ou rótulos inteligentes, como leitura de código de barras, identificação por radiofrequência (*Radio-Frequency Identification: RFID*) [61], sensores de identificação automática (*Auto-ID*) e sistemas de gestão de armazém [62]. De acordo com alguns autores, existem diversos *softwares* que auxiliam na gestão de armazéns [63]. Um deles é *Warehouse Management System (WMS)*, sendo projetado para auxiliar na redução de custos, através de processos de gestão eficientes nas várias áreas do armazém [60]; o *WMS* oferece menos esforço aos colaboradores e apresenta resultados mais eficientes, comparando-o ao sistema manual [64].

2.3.2 Sistemas de movimentação

A movimentação de material é o processo pelo qual se apresenta uma mudança de local de um determinado item, numa dada circunstância. O princípio do processo deve ser analisado, para que não haja perdas de tempo e valor acrescentado [59]. O principal

objetivo dos equipamentos móveis é movimentar os produtos dentro das instalações, para reduzir a força de trabalho humana, diminuindo o tempo gasto em atividades como manusear materiais [24]. Em alguns armazéns, a maior parte da movimentação de materiais é feita à mão, com poucos equipamentos, usando-se apenas pequenos carrinhos. Noutros armazéns, existem empilhadores e/ou guindastes, para movimentação de materiais pesados [6]. Outro autor refere que a substituição do esforço humano pela máquina provoca, aos colaboradores, maior satisfação nas áreas de armazenagem [24]. Assim, sugerem-se três tipos de sistemas de movimentação [6]:

- Sistemas de movimentação manuais: é o mais utilizado, funcionando com itens pequenos ou leves, para serem transportados manualmente. Estes, normalmente, são armazenados em prateleiras (que não devem ultrapassar dois metros de altura) ou em caixas; os colaboradores, aquando do *picking*, recolhem os materiais e colocam-nos em algum tipo de sistema de movimentação, como por exemplo um carrinho manual (Figura 14). Neste caso, são as pessoas que controlam os movimentos dos sistemas de movimentação utilizados;

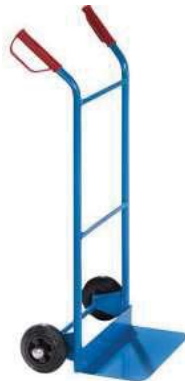


Figura 14 - Sistemas de movimentação manual (retirado de baza.com.ua)

- Sistemas de movimentação mecanizados: este tipo de sistemas foi implementado para diminuir o esforço humano; apresentam-se alguns exemplos:
 - Empilhadores, geralmente elétricos, que movimentam paletes ou cargas similares até aos locais de armazenamento; são flexíveis e podem ser adaptados para diversos trabalhos. Contudo, exigem um elevado investimento (Figura 15);
 - Empilhadores de *picking*, semelhantes aos empilhadores comuns, no entanto, neste caso, o motorista tem uma plataforma para alocar material ou recolhê-lo num local alto;
 - Guindaste, usualmente conhecido como grua, é um equipamento utilizado para a elevação e movimentação de cargas pesadas (ponte rolante e pórticos, são bons exemplos);
 - Tapetes rolantes, que podem ser descritos como cabos contínuos onde se movem reboques em torno de um caminho pré-determinado (Figura 15);

- *Conveyors*, usualmente empregues para movimentar grandes quantidades de mercadoria ao longo de um caminho fixo, de forma rápida; este tipo de sistema pode ser utilizado em muitas áreas, desde a indústria automóvel, passando pelos aeroportos, ou ainda supermercados;
- Tratores ou comboios, unidades motrizes que puxam cargas que foram colocadas em unidades de reboque;
- Carrosséis, verticais ou horizontais, que fazem circular os materiais armazenados, vertical ou horizontalmente, respetivamente. É considerada uma máquina de alto desempenho de *picking* e para facilitar esta operação, é possível acoplar diversos elementos, como dispositivos *pick to light* e *put to light* (Figura 15).



Figura 15 - Sistemas de movimentação mecanizados (retirados de toyota-forklifts.com.pt, www.logisticsmgmt.com, www.imam.com.br)

- Sistemas de movimentação automatizados: este tipo de sistema é implementado para diminuir os custos operacionais e melhorar os níveis de serviço, porém requer um investimento muito elevado em equipamentos e manutenção, sendo apenas vantajosa a sua implementação em grandes negócios, que movimentam grandes quantidades de materiais; apresentam-se alguns exemplos:
 - Aquando da sua aplicação, a movimentação de materiais é gerida por um computador central, isto é, apenas equipamentos automáticos têm acesso à área de armazenamento;
 - *Automated guided vehicles (AGVs)*, equipamentos para transportar materiais pelo armazém; é de fácil implementação e possui grande flexibilidade, sendo possível a alteração de rotas de forma relativamente simples [24];
 - Robôs industriais, para transferir materiais entre os distintos tipos de equipamentos (Figura 16).



Figura 16 - Sistemas de movimentação automatizados (retirados de www.turck.us, cimautomacao.com.br)

Estes três tipos de sistemas de movimentação oferecem características completamente diferentes aos armazéns [6], pelo que, aquando da tomada de decisão dos equipamentos mais adequados para cada tipo de organização, deve ponderar-se alguns aspetos:

- Relação investimento – retorno do investimento;
- Padronização nos fluxos das operações, maximizando a utilização dos mesmos;
- Distâncias mínimas percorridas e o menor esforço humano possível;
- Boas condições de trabalho para os colaboradores (motivação, satisfação e segurança).

O capítulo seguinte, Capítulo 3, apresenta o trabalho prático desenvolvido na empresa CBus, o qual foi baseado nos conceitos apresentados neste capítulo 0. A abordagem teórica aos variados temas foi útil para a realização do trabalho no armazém híbrido da Cbus, obtendo-se, assim, resultados muito significativos, em termos de custos (em €), num curto período.

DESENVOLVIMENTO

- 3.1 Caracterização da organização
- 3.2 Objetivos do trabalho prático
- 3.3 Descrição da situação atual
- 3.4 Metodologia de abordagem à resolução dos problemas
- 3.5 Tempestade de ideias sobre possíveis soluções
- 3.6 Análise crítica das possíveis soluções
- 3.7 Implementações parciais
- 3.8 Análise crítica das implementações
- 3.9 Reais benefícios obtidos
- 3.10 Análise do retorno do investimento
- 3.11 Proposta de melhorias com implementação não terminada
- 3.12 Trabalhos complementares

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Caracterização da organização

3.1.1 Grupo Salvador Caetano

O Grupo Salvador Caetano iniciou a sua atividade em 1946, a qual surgiu da vontade, visão empreendedora e coragem do seu fundador – Salvador Fernandes Caetano – cujo lema se resume numa frase: “Sempre presente na construção do futuro”. A criação da organização deve-se à sociedade entre o Fundador, com o seu irmão Alfredo Caetano e amigo Joaquim Martins. Desde a sua origem como fabricante de carroçarias para autocarros, sendo a primeira organização portuguesa a fabricar estruturas metálicas, o Grupo Salvador Caetano percorreu um extenso caminho: em 1961, a firma de Salvador Caetano teve uma encomenda com muito impacto por parte do Serviço de Transportes Coletivos do Porto: doze autocarros de dois pisos; foi esta encomenda que abriu caminho à exportação. No ano de 1966, inaugurou a primeira fábrica, Salvador Caetano Indústrias Metalúrgicas e Veículos de Transporte (IMVT), localizada em Vila Nova de Gaia; em 1968, tornou-se o distribuidor exclusivo da *Toyota* em Portugal (automóveis e empilhadores) e em 1971 foi inaugurada a unidade fabril em Ovar, para montagem de carroçarias de automóveis da mesma marca. Assim, esta organização tornou-se num “grupo com raízes sólidas, possibilitando a expansão da sua atividade para diversas áreas de negócios, bem como o crescimento além-fronteiras”. Nos dias de hoje, agrega mais de cem organizações estabelecidas na Europa, Ásia e África (Figura 17), distribuídas por cinco áreas de negócio: indústria, distribuição e retalho automóveis, energia e serviços.



Figura 17 - Grupo Salvador Caetano no mundo, retirado de <http://caetanobus.pt/pt/> (2018)

O Grupo Salvador Caetano, SGPS S.A, possui 1,7 Mil Milhões de Euros de vendas agregadas, emprega mais de seis mil colaboradores e encontra-se de olhos postos no presente e no futuro, determinado a afirmar-se no contexto exigente da União Europeia e na globalização do mercado mundial.

3.1.2 *CaetanoBus*

A CBus, sediada em Vila Nova de Gaia, iniciou a sua atividade em 2002, em parceria com o Grupo alemão *Daimler-Chrysler*. Em 2010, o Grupo Salvador Caetano adquiriu as ações que pertenciam a esta organização, passando a deter a totalidade do capital. Na sequência de negociações iniciadas em 2016, tendo em vista o desenvolvimento da Mobilidade Elétrica, a contribuição para a redução da poluição atmosférica e a expansão/globalização dos produtos, foi possível concretizar uma participação minoritária de capital social com o grupo Mitsui & Co., Ltd., concretizada a 15 de Dezembro de 2017, na vertente dos autocarros urbanos. A organização, atualmente, é a maior fabricante de carroçarias e autocarros em Portugal. A maioria dos seus produtos (miniautocarros, urbanos, turismo, aeroporto e elétricos, bem como outros produtos com soluções diferenciadoras para nichos de mercado) destinam-se à exportação, encontrando-se ao serviço de operadores de transporte por todo o mundo. São produzidas carroçarias montadas em *chassis* de variadas marcas (e.g. SCANIA, VOLVO), respeitando a orientação da organização para a satisfação dos seus clientes e utilizadores dos produtos, a par de uma vocação constante de inovação, de forma a “estar sempre um passo à frente, mais próxima do futuro”. Relativamente aos processos internos do armazém, tem-se a receção/armazenamento de materiais. Posteriormente, os materiais são fornecidos às respetivas secções produtivas, isto é, os materiais podem ser entregues nas estruturas, nos acabamentos ou na zona da pintura, dependendo da sua aplicação. A unidade fabril de Gaia, tanto nas estruturas como nos acabamentos, encontra-se dividida em três linhas de produção:

- Linha 1: modelos de turismo (*Levante* e *Winner*);
- Linha 2: modelos urbanos (*Iveco*, *City Gold*, *Double Decker*);
- Linha 3: modelo *Cobus*.

Para os modelos *Iveco*, *Winner* e *Cobus*, segue-se ainda a fase de preparação para entrega antes da saída da unidade para o cliente. Apesar do *know-how* de vários anos, a CBus investe na atualização dos mais variados processos. O seu Sistema de Gestão da Qualidade tem como referencial normativo a NP EN ISO 9001, estando certificado pela APCER desde 2002 e o seu Sistema de Gestão Ambiental, está definido de acordo com a NP EN ISO 14001, também certificado pela APCER, desde 2004. Destaca-se, também, a adoção de sistemas CAD – auxiliares no desenvolvimento de produto – e do sistema SAP – auxiliar no planeamento e gestão de materiais.

3.2 Objetivos do trabalho prático

O trabalho foi desenvolvido integralmente na organização CBus e teve como principais objetivos:

- Identificar erros/falhas/problemas no armazém CBus (receção e áreas de lote);

- Apresentar soluções para os problemas encontrados no armazém CBus (receção e áreas de lote);
- Selecionar as soluções para cada problema;
- Implementar (parcialmente) as soluções;
- Monitorizar as implementações;
- Elaborar uma análise crítica dos resultados.

3.3 Descrição da situação atual


De acordo com os objetivos descritos acima, menciona-se os seguintes aspetos:

- São apresentados os *layouts* gerais, antigo e atual, nos Anexos 1, 2 e 3 e Anexos 9 e 10, respetivamente (desenvolvidos no *software Draftsight*);
- De agora em diante, os esquemas apresentados a fundo preto e linha branca correspondem ao *layout* antigo e propostas de solução, e os esquemas apresentados a fundo branco e linha preta dizem respeito ao *layout* modificado e implementações;
- Os esquemas que refletem movimentações dos colaboradores e fluxos de materiais baseiam-se no conceito *Spaghetti Diagram* [56].

3.3.1 Receção do armazém

Inicialmente, fez-se um levantamento da situação atual no próprio terreno – receção do armazém, com vista a determinar quais os principais constrangimentos (quer espaciais ou físicos) nesta área, tendo em consideração as zonas exterior e interior. Os principais problemas nos locais supramencionados encontram-se descritos na Tabela 11 e na Tabela 12.

Tabela 11 - Principais problemas encontrados na área de receção - zona exterior

Layout receção (Zona exterior)		
Ação	Foto	Descrição
1. Utilização dos portões/portas	 <p>Material “parado” que impede o normal funcionamento na utilização</p>	Dois portões utilizados para descarga dos materiais pelos fornecedores (constrangimento nos fluxos de receção dos materiais);

Layout recepção (Zona exterior)

2. Conferência de material		Colaboradores conferem material nesta área do armazém (normalmente em zona coberta);
3. Descargas		Indefinição de zonas para as descargas dos fornecedores nacionais/internacionais; Volume/quantidade de materiais; Janelas temporais de entrega com lacunas;
4. Parque		Elevada área inutilizada para armazenamento de materiais no parque – motivo: desorganização.
5. Plataforma exterior		Local apropriado para armazenar materiais com rotação reduzida; tal não se verifica na totalidade, sendo utilizado para alocar materiais com rotação média-elevada.

Tabela 12 - Principais problemas encontrados na área de recepção - zona interior

Layout recepção (Zona interior)

Ação	Foto	Descrição
1. Zona de conferência		Material conferido encontra-se armazenado na recepção (área ocupada: 36 m ²) – indefinição de zonas dedicadas;

Layout receção (Zona interior)

2. Zona “materiais em trânsito”		Alguns materiais (médio volume), encontram-se perto de um dos portões utilizados diariamente;
3. Indefinição de espaços dedicados		Materiais de fornecedores locais/internacionais aglutinados; Diferentes tipologias de material; Materiais em corte* vêm no mesmo lote dos restantes materiais; *Material em corte – rotura de stock.
4. Corredor de circulação		A área livre de corredor, à entrada do armazém, encontra-se ocupada com materiais em paletes;
5. Estante dos fornecedores locais		Estante, por vezes, não é suficiente (materiais colocados no chão, no corredor de circulação);

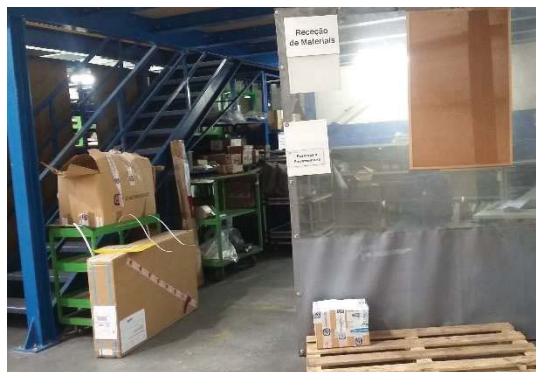
Layout receção (Zona interior)**6. SAS**

Sistema de abastecimento sincronizado (SAS): Área dedicada a materiais dos fornecedores A e B – falta de controlo do *stock*, por ser o próprio fornecedor a colocar o material no local de *stock*;

7. Lista ZMOV

Objeto	Material	ExtBreveMaterial	Quantidade	Unid
09-01-2018	53476601	FIBRA INT - TRASEIRA SUP 0042544	1	PC
09-01-2018	53558103	REVEST INT-TEJAD FORRA VENTIL C/IMAN	1	PC
09-01-2018	53558103	REVEST INT-TEJAD FORRA VENTIL C/IMAN	1	PC
09-01-2018	53569702	FIBRA INT-TAMPA QUADRO ELETRICO 0042480	4	PC
09-01-2018	53773601	REVEST INT-KIT SANCAS INT	1	PC
09-01-2018	70019145	TRASEIRA INT COBUS 3001 12.04.1880 ABS	1	PC
09-01-2018	70019146	PILAR TRASEIRO ESQ 12.04.1877 ABS	1	PC
09-01-2018	70019147	PILAR TRASEIRO DIR 12.04.1875 ABS	1	PC
09-01-2018	70019235	FORRA INT SUPERIOR 20080051	1	PC
09-01-2018	70019236	FORRA DESEMBACIADOR	1	PC
09-01-2018	70022227	TAMPA BATERIAS FIXA "PREV" COBUS3001 LHD	1	PC
09-01-2018	70026763	FIBRA-TABLIER VERSÃO 2013	1	PC
09-01-2018	70032298	TAMP ABS NEGR 165X56MM 109.12.04.06.0005	1	PC
09-01-2018	5A710152	REVEST INT-CONJ SANCAS	1	PC
09-01-2018	5A710152	REVEST INT-CONJ SANCAS	1	PC
09-01-2018	5A710152	REVEST INT-CONJ SANCAS	1	PC

Conferência efetuada a partir desta lista: codificação manual por peça (elevado tempo de conferência);

8. receção

Encomendas de pequeno volume ocupam espaço da receção, normalmente no chão – pouca segurança e desarrumação.

A Figura 18 ilustra os fluxos de materiais, as movimentações dos colaboradores da receção e após-venda, e os constrangimentos do dia-a-dia (reportados pelos colaboradores e fornecedores).

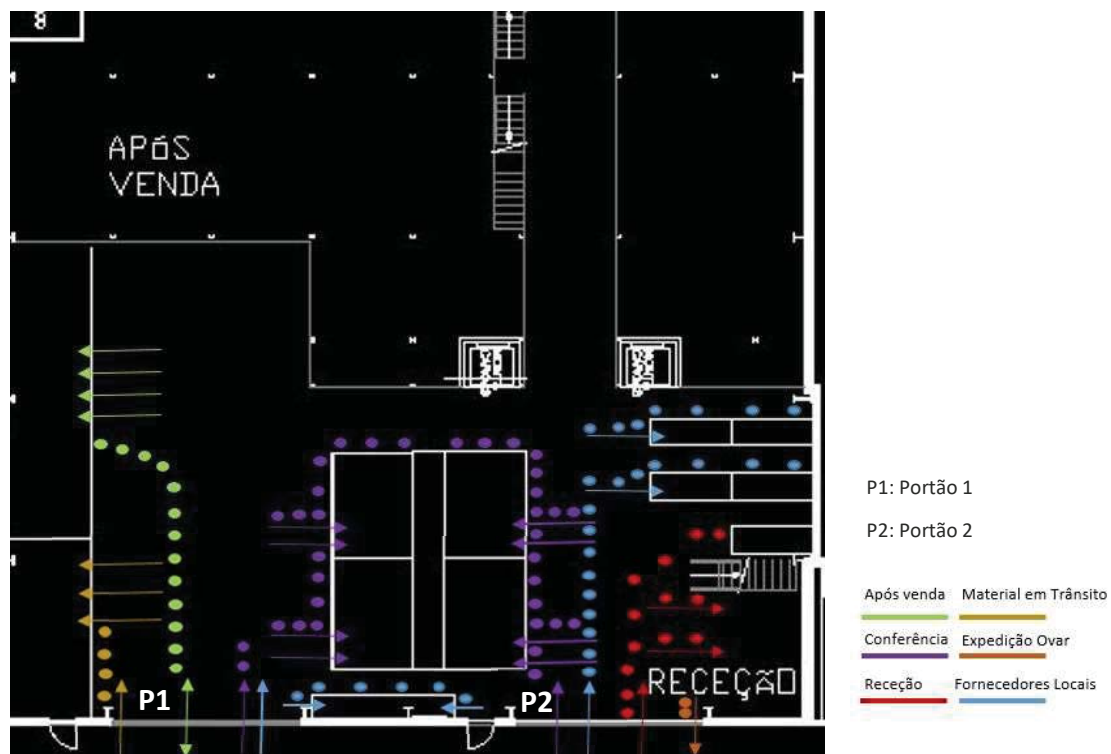


Figura 18 – Movimentações dos colaboradores e fluxos de entrada/saída de materiais no armazém [Anexo 1]

Analisando a Figura 18, pode-se verificar que:

- Os fornecedores têm à sua disposição os dois portões em funcionamento (portões P1 e P2), o que leva a um maior constrangimento a nível de fluxo contínuo na receção de materiais;
- As áreas destinadas à receção e ao após-venda se encontram mescladas (indefinição de uma divisão clara das mesmas); a quantidade de movimentações por parte dos colaboradores é elevada, devido à fragmentação destas zonas;
- Os fornecedores locais (FL) A e B são responsáveis por alocar material no local SAS (falta de controlo do mesmo).

3.3.2 Lote do armazém

Seguidamente, fez-se um levantamento da situação atual no próprio terreno – lote do armazém (dois pisos), com vista a determinar quais os principais constrangimentos nesta área. Os principais problemas detetados apresentam-se na Tabela 13.

Tabela 13 - Principais problemas encontrados no lote

Lote																
Ação	Foto	Descrição														
1. Quantidade de material rececionado/arrumado	<table><tr><th>Rótulos de Linha</th><th>Soma de Quantidade</th></tr><tr><td>jan</td><td>441074</td></tr><tr><td>fev</td><td>788134</td></tr><tr><td>mar</td><td>688662</td></tr><tr><td>abr</td><td>595851</td></tr><tr><td>mai</td><td>242727</td></tr><tr><td>Total Geral</td><td>2756448</td></tr></table>	Rótulos de Linha	Soma de Quantidade	jan	441074	fev	788134	mar	688662	abr	595851	mai	242727	Total Geral	2756448	Elevada quantidade de material para arrumar no lote (um estudo elaborado entre 2 de Janeiro e 8 de Maio de 2018 indica que foram rececionados 2.756.448 materiais);
Rótulos de Linha	Soma de Quantidade															
jan	441074															
fev	788134															
mar	688662															
abr	595851															
mai	242727															
Total Geral	2756448															
2. Tipologia de material	<div></div>	Tipologia de material variável (exemplo: parafusos, suportes para <i>chassis</i> e revestimento exterior);														
3. Disposição das estantes		As estantes encontram-se dispostas vertical e horizontalmente (implica maior número de movimentações no <i>picking</i>);														

Lote (continuação)		
4. Segurança das estantes		Em alguns locais de <i>stock</i> , as estantes não se encontram nas melhores condições de segurança;
5. Diferenciação de materiais no mesmo local de <i>stock</i>		Existem diferentes tipos de material na mesma estante e/ou prateleira;
6. <i>Kit's</i> no lote		Um <i>Kit</i> contém vários códigos; por vezes não se encontra armazenado no mesmo local de <i>stock</i> ;
7. Sistemas de armazenamento inadequados		Elevada área ocupada para armazenamento de materiais do modelo COBUS (utilização de cavaletes);
8. Locais de <i>stock</i> desorganizados		Existem determinados locais de <i>stock</i> que não se encontram organizados e que contêm materiais obsoletos;

Lote (continuação)		
9. Local dos carrinhos de <i>picking</i> (zonas indefinidas)		Alguma indefinição de zonas na área dos carrinhos abastecidos para a PRD (falta a identificação para cada secção);
10. Carrinhos intermédios de <i>picking</i>		Utilizados durante o <i>picking</i> : movimentações desnecessárias, além da necessidade de espaço para os alocar ao fim do dia;
11. Armazenamento de bancos		Necessidade de abundante espaço para o seu armazenamento (sistema de armazenamento desajustado);
12. Arrumação de material		Arrumação inadequada – espaço mal aproveitado em estantes;

Lote (continuação)		
13. Ergonomia		Materiais de volume/peso considerável armazenado em prateleiras superiores;
14. Armazenamento de perfis		Material armazenado em paletes horizontalmente (sistema de armazenamento inadequado);
15. Área de chão ocupada por paletes		Elevada área de chão no lote ocupada por materiais armazenados em paletes;
16. Quantidade de material no local de stock		Locais de armazenamento mal dimensionados: mau planeamento e/ou inexistência de replaneamento;
17. Acondicionamento de material		Material empilhado: dificulta o trabalho do abastecedor durante o <i>picking</i> , bem como a sua segurança e a dos outros colaboradores;

Lote (continuação)		
18. Acondicionamento de material		Material não protegido com embalagem de plástico (descuido dos colaboradores);
19. Duplicação de códigos	5A720026 (caixa) / 5A118964 (peça) 	Existência de dois códigos no mesmo local de <i>stock</i> ;
20. Codificação de material		Material e caixa sem código identificável / códigos escritos manualmente (perdas de informação).

A Figura 19 tem por base as movimentações efetuadas pelos colaboradores no lote, para elaboração de diferentes *pickings* com uma PEP associada. Considere-se as várias zonas no lote: Zona 1: roxo; Zona 2: azul; Zona 3: laranja; Zona 4: verde. Os colaboradores iniciavam o *picking* na zona 3 (círculo preto assinalado), deslocavam-se à Zona 4 para recolher os carrinhos de *picking* vazios e, em seguida, prosseguiam de acordo com a ordem da lista de *picking* a efetuar; no final, regressavam à zona 4 com os carrinhos de *picking* preenchidos (alguns colaboradores percorriam várias zonas para efetuar apenas um *picking*).

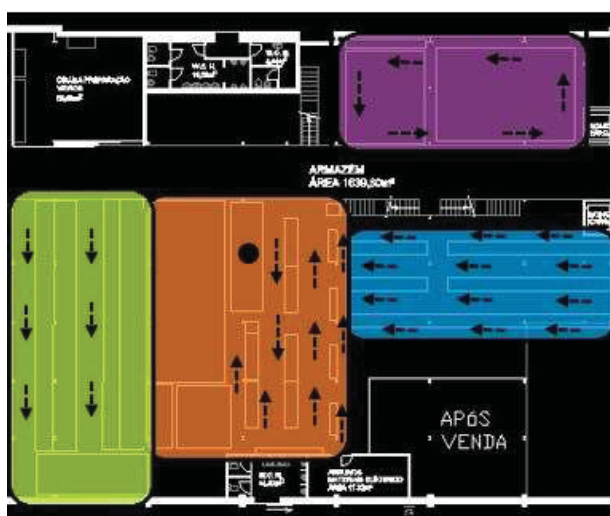


Figura 19 - Movimentações do colaborador, durante atividade do *picking*, no lote [Anexo 2]

Apresenta-se na Tabela 14 a medição de tempos do *picking* de vários modelos (estruturas e acabamentos). Considera-se que estas medições englobam a recolha e separação dos diversos materiais, bem como as movimentações inerentes dos colaboradores. Na Figura 20 encontra-se ilustrada uma linha temporal que compara os tempos de *picking*, em segundos, para cada código de cada modelo de autocarro.

Tabela 14 – Medição de tempos do *picking* de três modelos distintos: *CityGold* (Urbano), *Levante* (Turismo) e *COBUS* (Aeroporto)

Medição de tempos de <i>picking</i>		
<i>CityGold</i> (Acabamentos)	Levante (Estruturas)	COBUS (Acabamentos)
Nº médio de itens: 166	Nº médio de itens: 159	Nº médio de itens: 200
Tempo (s): 5421,59 s	Tempo (s): 8132,39 s	Tempo (s): 9487,78 s
Tempo <i>picking</i> : 02:30:36	Tempo <i>picking</i> : 02:15:54	Tempo <i>picking</i> : 02:38:13

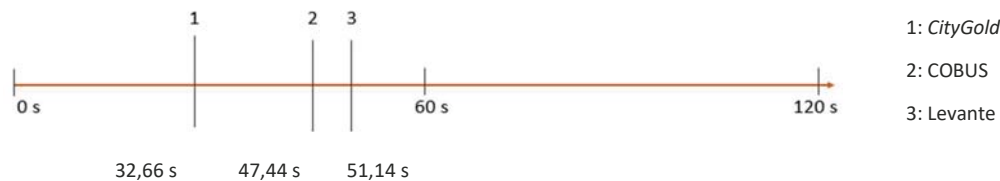
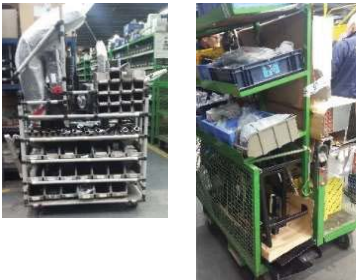


Figura 20 - Linha temporal de tempos de *picking*

3.3.3 Modelo COBUS

A Tabela 15 apresenta alguns pontos detetados no lote relativos ao modelo COBUS, bem como as suas implicações diretas na *performance* dos colaboradores.

Tabela 15 – Pontos detetados no lote relativamente ao modelo COBUS

Modelo COBUS		
Ponto	Implicação	Foto
1. Maior número de <i>pickings</i> COBUS efetuados, relativamente aos restantes modelos	Maior esforço por parte dos colaboradores devido à cadência de produção;	

Ponto	Implicação	Foto
2. Necessário grande espaço para armazenamento de materiais COBUS	Dificuldade na localização do material (materiais sem local de <i>stock</i> atribuído em algumas listas de <i>picking</i>);	
3. Elevada quantidade de materiais COBUS armazenados e dispersos pelo lote	Deslocações excessivas e tempo desperdiçado nas mesmas;	

Após a análise das várias áreas do lote no armazém (Tabela 15) e do Plano de Produção, cujas informações relevantes se traduzem na Figura 21, conclui-se que o modelo COBUS é o mais produzido, isto é, o COBUS representa cerca de 43,4% da produção relativa ao ano 2017. Deduz-se, portanto, que este é o modelo com maior rotação de *stock* e esforço de *picking*.

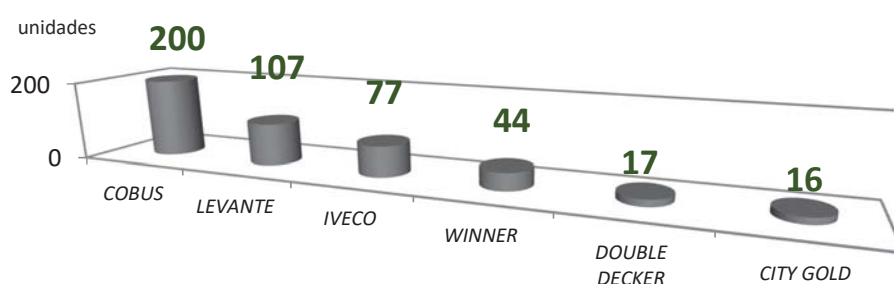


Figura 21 - Produção anual (2017) de vários modelos na CaetanoBus (unidades)

3.3.4 Armazenamento de vidros

Uma outra situação analisada diz respeito ao armazenamento dos vidros no lote, tanto na disposição pelos diversos espaços da fábrica, como pela sua organização (Tabela 16).

Tabela 16 – Principais problemas encontrados no lote ao nível do armazenamento dos vidros

Armazenamento de vidros



Necessidade de grande espaço de armazenamento* (volume, peso e diferentes tipologias), bem como o tipo de sistema de armazenamento utilizado para o efeito (neste caso, cavaletes).



Ocorrência de tempos de conferência e *picking* elevados.

*Se necessário, visualizar Anexo 2 e Anexo 3 (*layout* do armazenamento de vidros).

Na Tabela 17, apresenta-se o resumo da descrição da situação inicial das várias áreas analisadas no armazém CBus, ao longo do trabalho.

Tabela 17 – Descrição geral da situação atual das áreas analisadas no armazém CBus

Situação Atual do *Layout* do armazém Cbus

- **Receção:** Áreas da receção e após-venda aglutinadas; fluxo logístico dos materiais não direcionado para o lote; movimentações desnecessárias, por parte dos colaboradores/ desperdícios de tempo;
- **Lote:** Má disposição e não utilização de sistemas de armazenamento adequados; movimentações dispensáveis, por parte dos colaboradores /tempos de *picking* elevados;
- **Modelo COBUS:** Materiais dispersos pelo lote; movimentações desnecessárias, por parte dos colaboradores/tempos de *picking* elevados;
- **Armazenamento de vidros:** Grande espaço de armazenamento de vidros; elevado tempo de conferência e *picking*.

Situação inicial: *Layout* desadequado, em várias áreas do armazém, ao nível da eficiência dos processos de gestão do mesmo.

Pretende-se:

- Adotar um *layout* flexível, de forma a maximizar a produtividade e minimizar os erros;
- Melhorar a eficiência das tarefas realizadas pelos colaboradores;
- Envolver os colaboradores, atribuindo responsabilidades e reconhecimento profissional;
- Otimizar as operações logísticas (gestão de materiais, encomendas, rotas e devoluções) com a utilização de um sistema de gestão de armazém.

3.4 Metodologia de abordagem à resolução dos problemas

Na Figura 22 encontra-se representado o fluxograma representativo da metodologia abordada para a resolução dos problemas acima mencionados.

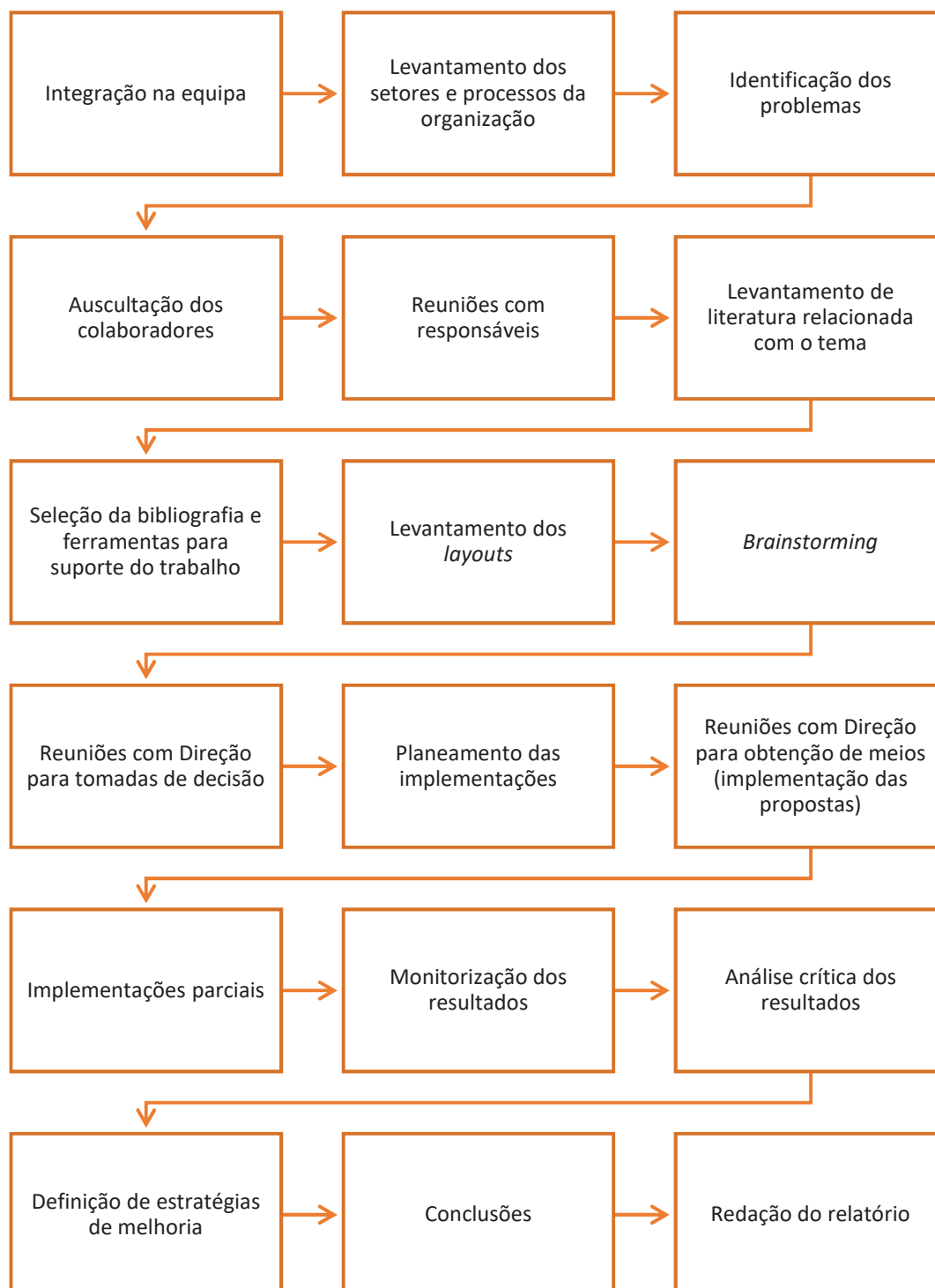


Figura 22 - Fluxograma representativo da metodologia de abordagem à resolução dos problemas

3.5 Tempestade de ideias sobre possíveis soluções

Com o auxílio da técnica *Brainstorming*, elaborou-se o diagrama de Causa-efeito (Figura 23) para o problema em causa – *Layout* do armazém. É de salientar que se teve em conta a formação e perfil das várias pessoas envolvidas nesta atividade, bem como as suas áreas de trabalho (chefia, colaboradores do *Gemba* e Andreia Freitas). Os conceitos a verde dizem respeito a problemas na receção e os conceitos a azul a problemas no lote; os conceitos a preto referem-se a problemas comuns às áreas supramencionadas.

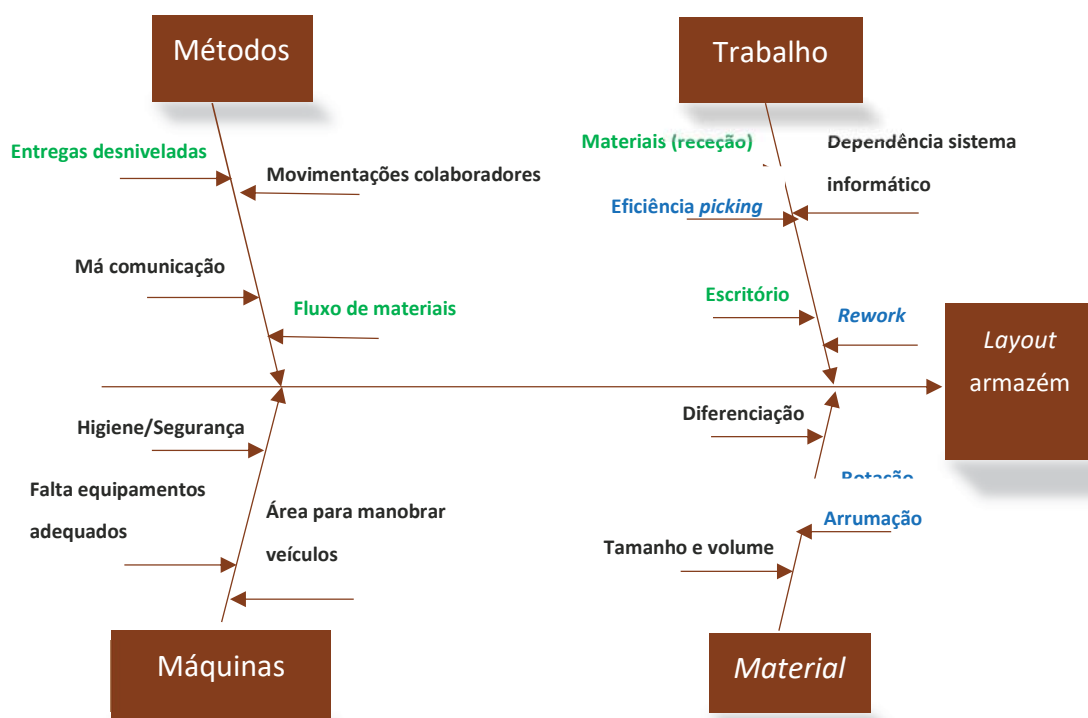


Figura 23 – Diagrama Causa-efeito elaborado a partir da técnica de *Brainstorming*

3.5.1 Problema 1: Layout da receção do armazém

Perante a situação explanada acima (Figura 18), desenvolveram-se duas propostas de solução, baseadas nos conceitos de *layout* fixo e *layout* por categorias, fundamentados por [26] para uma possível redefinição do *layout* da receção. A Figura 24 ilustra a proposta de solução 1 (S1). Nesta, verifica-se:

Receção

Separação física das áreas Receção e Após-venda;

Utilização do portão 1: Receção;
Utilização do portão 2: Após-venda;

SAS mantém-se operacional, com realocação para nova zona;

Receção composta por várias zonas dedicadas: descarga, conferência e arrumação de materiais;

Estante destinada a fornecedores locais realocada;

Zona dedicada a conferência temporária de materiais.

Após-venda

Zona de trabalho dedicada;

Realocação dos locais de *stock*;

Zona de preparação de encomendas;

Zona de expedição (interior).

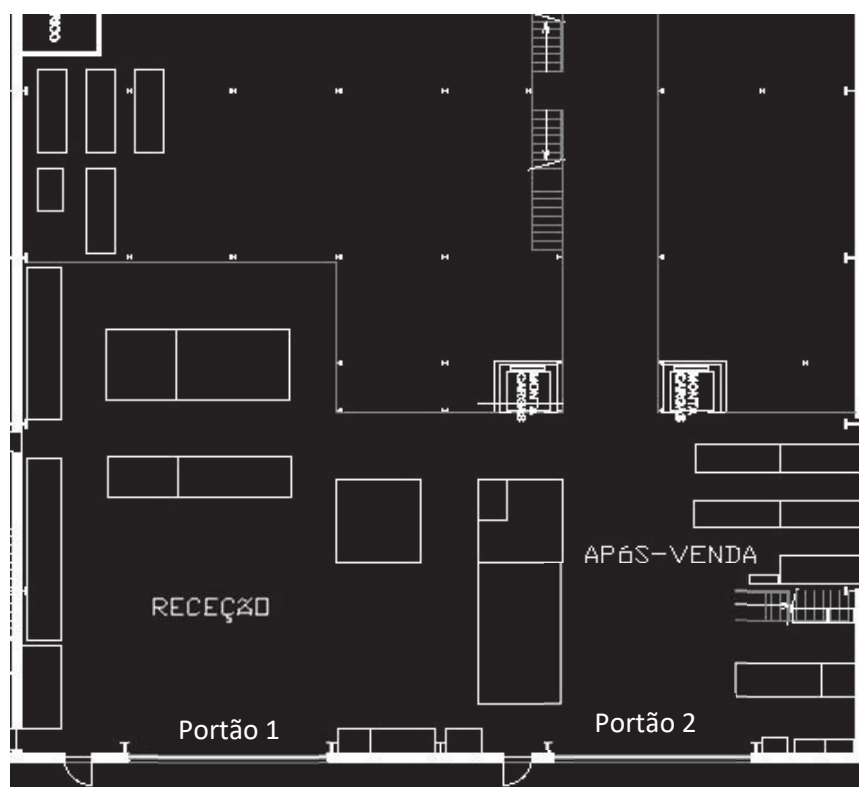


Figura 24 - Proposta de solução 1 para redefinição do layout da receção do armazém CBus [Anexo 4]

A partir da Figura 25, observa-se a proposta de solução 2 (S2). Nesta, verifica-se que:

Receção

Separação física das áreas Receção e Após-venda;

Utilização do portão 1: Receção;
Utilização do portão 2: Após-venda;

Material do SAS realocado no lote;

Receção composta por várias zonas dedicadas: descarga, conferência e arrumação de materiais;

Estante destinada a fornecedores locais realocada;

Zona dedicada a conferência temporária de materiais;

Utilização de racks na zona de receção de materiais.

Após-venda

Zona de trabalho dedicada;

Realocação dos locais de *stock*;

Zona de preparação de encomendas;

Zona de expedição (exterior).

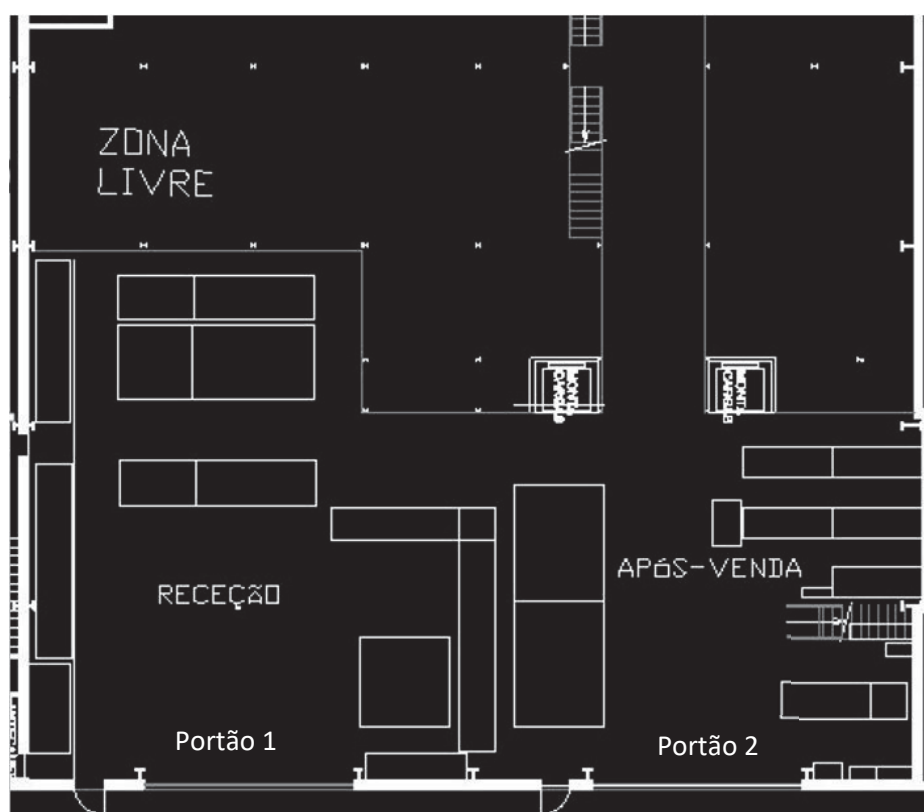


Figura 25 – Proposta de solução 2 para redefinição do layout da receção do armazém CBus [Anexo 5]


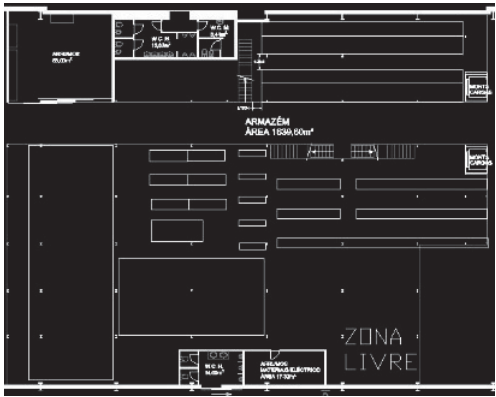
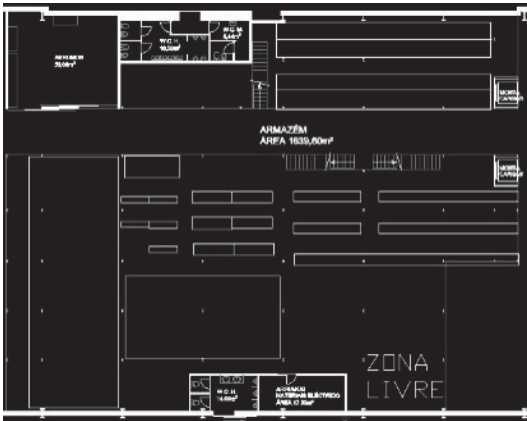
3.5.2 Problema 2: Layout do lote do armazém

De acordo com [25], [6] e [63], enumera-se as possíveis soluções para melhorar a eficiência dos processos de gestão de armazém, algumas delas elucidadas a partir da Figura 19 e da Tabela 13:

- Sensibilização e formação aos colaboradores;
- Alteração na orientação e dimensão dos sistemas de armazenamento utilizados;
- Identificação/redefinição de locais de *stock*;
- Implementação de sistemas de movimentação adequados (por exemplo, carrinhos de *picking*);
- Utilização de sistemas de armazenamento mais eficientes (por exemplo, aproveitamento de espaço vertical: sistemas de *racks*);
- Implementação de *WMS*.

De forma a reajustar o *layout* do lote (piso 0), efetuaram-se três propostas de solução, apresentadas na Tabela 18, com suporte na teoria previamente referida.

Tabela 18 - Propostas de solução 1, 2 e 3 para o lote do armazém

S1 (Anexo 6)	S2 (Anexo 7)
	
S3 (Anexo 8)	

3.5.3 Problema 3: Picking modelo COBUS

De acordo com os pontos expostos em 0, pretende-se indicar quais as possíveis soluções para melhorar a eficiência do *picking* no modelo COBUS (Tabela 19), tendo sido baseadas em [24], [22] e [47].

Tabela 19 - Propostas de solução 1, 2 e 3 para o modelo COBUS

Propostas de solução para o modelo COBUS
1. Criação de uma nova área de armazenagem dedicada exclusivamente ao COBUS;
2. Criação de um fluxo contínuo de materiais, desde a produção à linha de montagem (JIT);
3. Criação de uma área de armazenagem dedicada exclusivamente ao COBUS no armazém existente.

Fez-se um estudo de *layout* para a proposta de solução 3 – S3 – (Tabela 19), que se encontra representada na Figura 26.

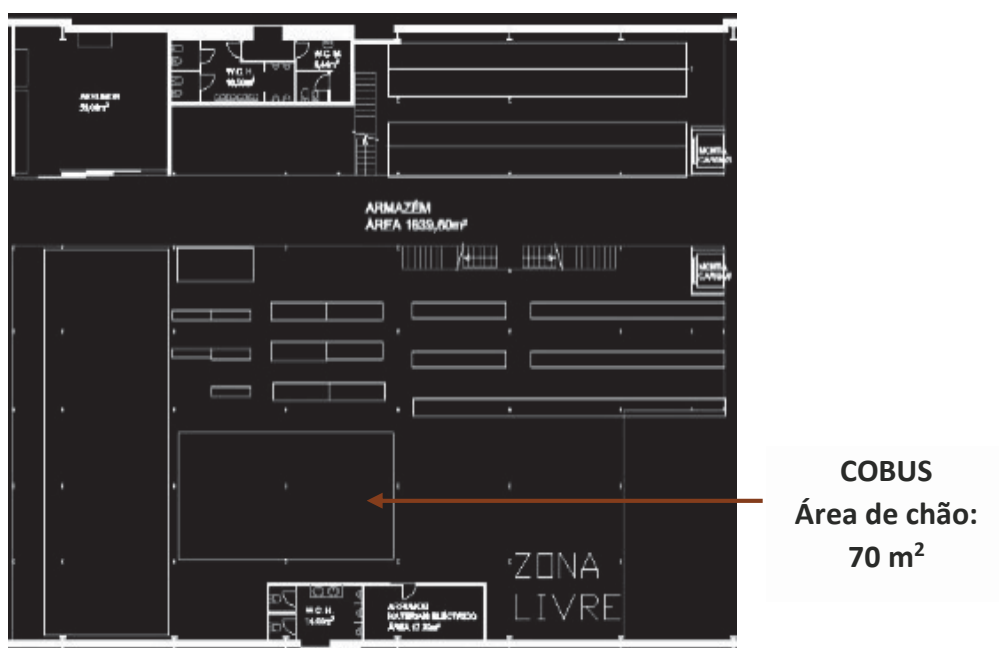


Figura 26 - Proposta de solução 3 para área de armazenagem dedicada ao COBUS no armazém CBus

3.5.4 Problema 4: Armazenamento e célula de preparação de vidros

A Tabela 20 menciona as propostas de solução referentes ao armazenamento e preparação de vidros, sendo a proposta de solução 1 (S1) baseada em [24] e a proposta de solução 2 (S2) uma recomendação do Departamento de logística da CBus.

Tabela 20 - Propostas de solução 1 e 2 para o armazenamento e célula de preparação de vidros

Propostas de solução armazenamento e célula preparação de vidros
1. Criação de uma nova área de armazenagem dedicada exclusivamente ao armazenamento dos vidros/ preparação de vidros;
2. Atividade <i>Jishuken</i> no armazém CBus.

De acordo com alguns autores, a atividade *Jishuken* é uma atividade *Kaizen*, onde os membros da Direção identificam áreas que necessitam de identificação de problemas e respetivas soluções, numa perspetiva de melhoria contínua [65].

Alguns autores afirmam que a atividade *Jishuken* deve seguir um procedimento normalizado (Figura 27) [37].

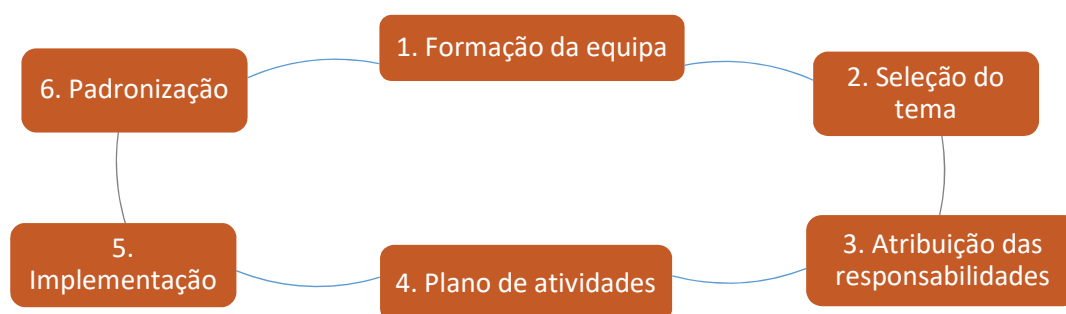


Figura 27 – Etapas de procedimento de uma atividade *Jishuken*

Em suma, surge a hipótese de se adquirir uma nova área para armazenamento e preparação de vidros ou a de se elaborar uma atividade *Jishuken* nas áreas supramencionadas do armazém CBus, pelo que a Administração deve aprovar a que melhor se adequa à realidade da organização.

3.6 Análise crítica das possíveis soluções

3.6.1 Análise crítica: Layout da receção do armazém

Posteriormente, expõe-se o estudo das propostas de solução 1 e 2, para possíveis alterações no *layout* do armazém (receção). A Figura 28 explicita, por meio da análise *SWOT*, o estudo da proposta S1, representada na Figura 24.



Figura 28 - Análise *SWOT* da proposta de solução 1 (S1)

A Figura 29 esclarece, por meio da análise *SWOT*, os pontos positivos e negativos da proposta S2, visível na Figura 25.

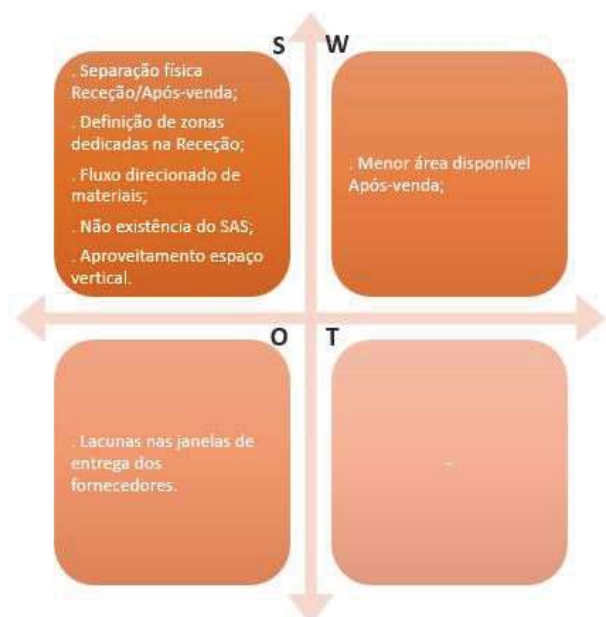
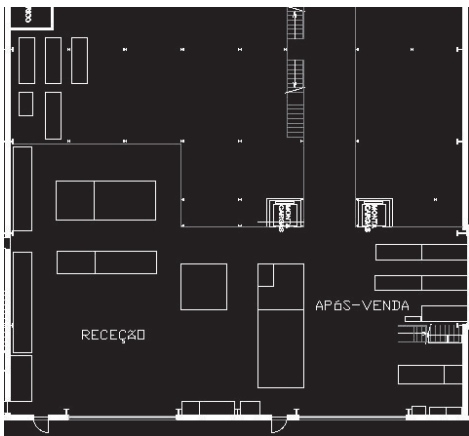
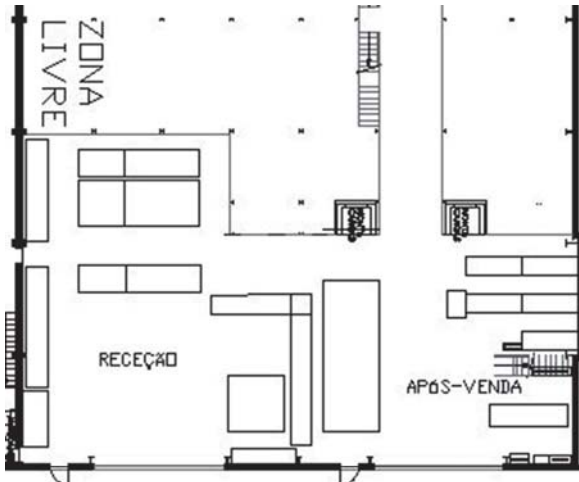


Figura 29 - Análise *SWOT* da proposta de solução 2 (S2)

Face à realidade da organização, das propostas apresentadas na Tabela 21, a (S2) é a mais apropriada e, portanto, aceite por unanimidade, tendo sido posteriormente implementado este *layout* na receção do armazém.

Tabela 21 - Análise crítica das possíveis soluções, S1 e S2 apresentadas [Anexos 4 e 5]

Análise crítica 1: <i>Layout</i> receção do armazém	
S1 (Figura 24)	S2 (Figura 25)
	
Rejeitada	Aplicável (Implementada)







3.6.2 Análise crítica: *Layout* do lote do armazém

Em seguida, mostra-se o estudo das propostas de solução 1, 2 e 3, para possíveis modificações no *layout* do armazém (lote).

Na Tabela 22 apresenta-se a matriz de decisão para analisar os vários critérios em estudo, de forma a favorecer uma visão mais ampla e coerente das várias propostas de solução S1, S2 e S3.

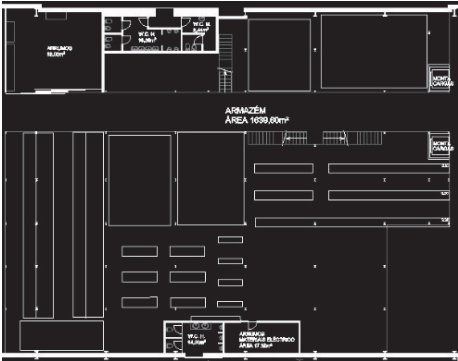
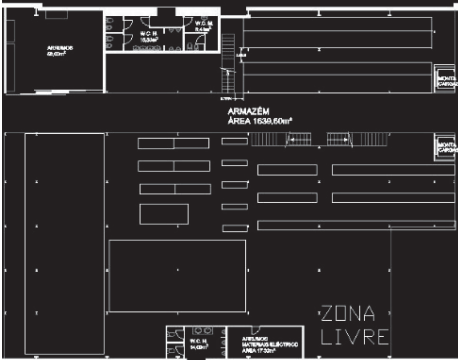
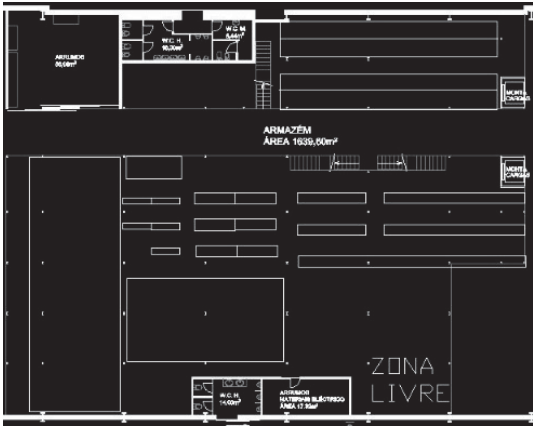
Tabela 22 - Matriz de decisão aplicada às propostas de solução 1, 2 e 3 para o *layout* do lote do armazém CBus

Descrição	S1	S2	S3
- Orientação vertical das estantes;	✓	✓	✓
- Dimensão das estantes/corredores;	✗	✗	✓
- Redefinição de locais de <i>stock</i> ;	✗	✓	✓

- Aquisição de sistemas de movimentação adequados;			
- Implementação do sistema de gestão de armazém.			

Perante a realidade da organização, a proposta de solução 3 (S3) é a mais indicada e, portanto, aceite por unanimidade, tendo sido entregue esta proposta à Direção para futura implementação no lote (Tabela 23).

Tabela 23 - Análise crítica das possíveis soluções, S1, S2 e S3 apresentadas [Anexos 6, 7 e 8]

Análise crítica: <i>Layout</i> lote do armazém	
<div><p>S1</p><p>S2</p></div>	<div><p>S3</p></div> <div>Rejeitadas</div> <div>Aplicável (Proposta de implementação)</div>

3.6.3 Análise crítica: picking modelo COBUS

Continuamente, mostra-se o estudo das propostas de solução 1, 2 e 3, para possíveis alterações no *layout* do armazém (com reflexão no *picking* do modelo COBUS). Na Tabela 24 apresenta-se a análise 5W2H da proposta S1, ilustrada na Tabela 19.

Tabela 24 – Análise 5W2H para a proposta de solução 1 (S1) modelo COBUS

5W	What?	Criação de uma nova área de armazenagem dedicada exclusivamente ao COBUS.
	Why?	Modelo <i>standard</i> armazenado num único local: processos de gestão de armazém eficientes.
	Where?	Área CBus.
	When?	Fevereiro 2018 – Junho 2018.
	Who?	Equipa do Departamento da logística + Andreia Freitas.
2H	How?	Elaborar projeto de dimensionamento do armazém, de acordo com a área estritamente necessária para armazenar os materiais do modelo COBUS (ter em conta a cadência futura); adquirir equipamentos de movimentação/armazenamento e recursos humanos.
	How much?	Investimento no projeto de dimensionamento, na nova infraestrutura do armazém, nos equipamentos e recursos humanos.

Na Tabela 25 apresenta-se a análise 5W2H da proposta S2, ilustrada na Tabela 19.

Tabela 25 - Análise 5W2H para a proposta de solução 2 (S2) modelo COBUS

5W	What?	Criação de um fluxo contínuo de materiais, desde a produção à linha de montagem (JIT).
	Why?	Produção e entrega baseados na procura e quantidade exata necessária: redução de <i>stocks</i> /espaço ocupado no armazém.
	Where?	Produção – Linha de montagem.
	When?	Fevereiro 2018 – Junho 2018.

	Who?	Fornecedores + Equipa do Departamento da logística + Andreia Freitas.
2H	How?	Consciência industrial (fornecedores e colaboradores); implementar 5S; criar fluxo de produção; nivelar a produção; padronizar o trabalho.
	How much?	Preparação da linha de montagem para sistema de produção <i>JIT</i> ; aquisição de equipamentos e recursos humanos.

Na Tabela 26 apresenta-se a análise *5W2H* da proposta S3, ilustrada na Tabela 19.

Tabela 26 - Análise *5W2H* para proposta de solução 3 (S3) modelo COBUS

5W	What?	Criação de uma área de armazenagem dedicada exclusivamente ao COBUS no armazém existente.
	Why?	Ineficiência nos processos de gestão do armazém (tempos de <i>picking</i> elevados, movimentações desnecessárias).
	Where?	lote do armazém CBus.
	When?	Fevereiro 2018 – Junho 2018.
	Who?	Equipa do Departamento da logística + Andreia Freitas.
2H	How?	Estudo de uma área de armazenagem dedicada no armazém existente; recursos humanos para modificações de <i>layout</i> (e aquisição de eventuais equipamentos de movimentação e/ ou armazenamento).
	How much?	Recursos humanos e equipamentos, se adquiridos.

Perante a realidade da organização, a proposta S3 é a mais indicada e, portanto, aceite por unanimidade, tendo sido entregue esta proposta à Direção para futura implementação no lote (Tabela 27).

Tabela 27 – Análise crítica das possíveis soluções S1, S2 e S3 apresentadas [Anexo 8]

Análise crítica 3: <i>picking</i> Modelo COBUS	
Criação de uma nova área de armazenagem dedicada exclusivamente ao COBUS.	Criação de uma área de armazenagem dedicada exclusivamente ao COBUS no armazém existente.
Criação de um fluxo contínuo de materiais, desde a produção à linha de montagem (<i>JIT</i>).	
Rejeitadas	Aplicável (Proposta para implementação)

3.6.4 Análise crítica: Armazenamento e célula de preparação de vidros

Em seguida, mostra-se o estudo das propostas de solução 1 e 2, para possíveis alterações no *layout* das áreas de armazenamento e célula de preparação de vidros. À semelhança da proposta de solução 1 (modelo COBUS), propôs-se uma idêntica adequada a este ponto; neste caso, a proposta S1 baseia-se na criação de uma nova área de armazenagem dedicada exclusivamente ao armazenamento e preparação de vidros. Como na análise efetuada anteriormente em 0, verifica-se que esta proposta é a mais dispendiosa, face às restantes, pelo maior investimento necessário: no projeto de dimensionamento, na construção da infraestrutura, nos equipamentos e recursos humanos, não sendo validada pela Direção. Assim, a organização pretende envolver vários saberes e reunir os colaboradores, de forma a identificar os problemas e promover melhorias significativas nos processos de gestão do armazém, logo a proposta S2 foi aceite e, posteriormente ocorreu a atividade *Jishuken* no armazém da CBus (Tabela 28).

Tabela 28 - Análise crítica das propostas de solução 1 e 2 apresentadas

Análise crítica 4: Armazenamento e preparação de vidros	
Criação de uma nova área de armazenagem dedicada exclusivamente ao armazenamento dos vidros/preparação de vidros.	Atividade <i>Jishuken</i> no armazém CBus.
Rejeitada	Aplicável (Implementada)

3.7 Implementações parciais

3.7.1 Implementação do novo layout na recepção do armazém

A partir da Figura 30, pode-se visualizar o novo *layout* implementado na recepção e após-venda (observa-se a óbvia divisão entre ambas as áreas).

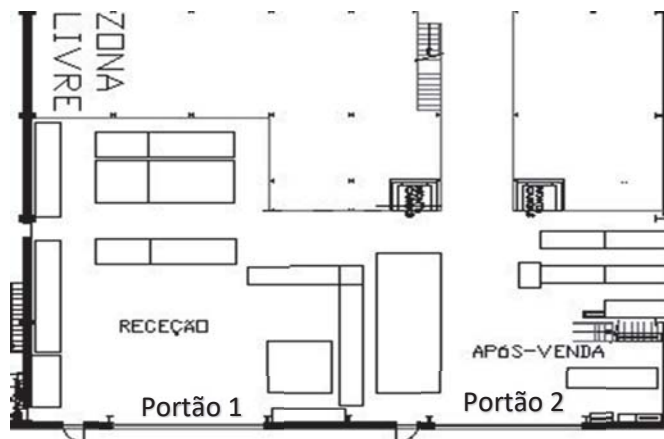


Figura 30 – *Layout* implementado da recepção e após-venda, lados esquerdo e direito, respetivamente [Anexo 9]

De acordo com a Tabela 11 e a Tabela 12, os pontos aí referidos foram tratados conforme o ilustrado na Figura 31.

Recepção - Implementações

Novo *layout* implementado (Utilização adequada dos portões: fornecedores utilizam apenas o portão 1);

Definição de zonas dedicadas na recepção: descarga, conferência e arrumação de material;

Zonas definidas no após-venda;

Parque e plataforma exterior: Sensibilização à chefia para utilização eficiente destes espaços;

Sensibilização aos colaboradores (Procedimentos de trabalho Após-venda em Anexo 11);

Sensibilização aos fornecedores: nivelamento de encomendas, cumprindo as janelas de entrega.

Figura 31 – Implementações efetuadas na recepção

Na Figura 32 apresenta-se as implementações efetuadas na receção do armazém, refletindo as principais alterações no *layout*.

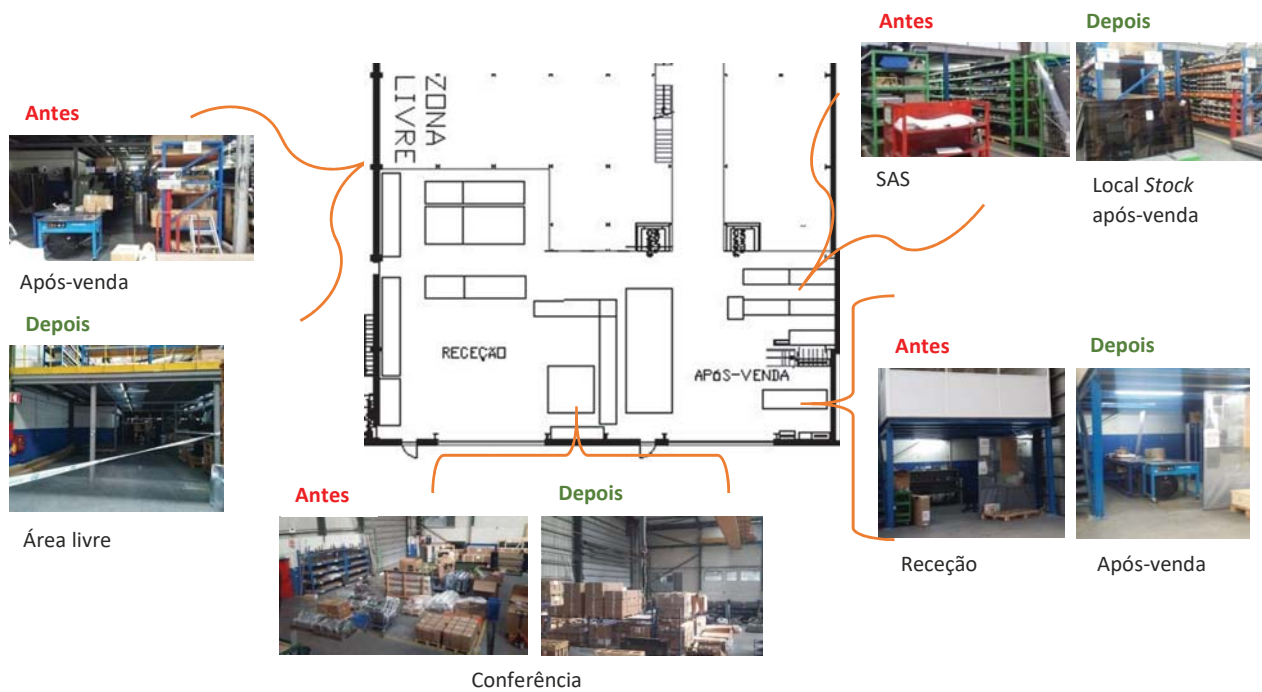








Figura 32 – Implementação da proposta de solução 2 (S2) na receção do armazém

3.7.2 Implementações no lote do armazém

Na Tabela 29 apresentam-se as implementações realizadas no lote do armazém, verificando-se os seguintes pontos:

- (a) Redefinição e organização dos locais de stock, nos pisos 0 e 1 (físico e em SAP);
- (b) Identificação dos locais de stock nos sistemas de armazenamento;
- (c) Implementação de Gestão Visual (criação de Instrução de Trabalho (IT) – Anexo 12);

Tabela 29 - Implementações na área do lote (antes e depois) [Anexos 9 e 10]

Antes	Depois
<div>(a)</div> <div></div>	<div></div>
<div>(b)</div> <div></div>	<div></div>



3.7.3 Implementações de picking relativas ao modelo COBUS

De acordo com alguns pontos enunciados na Tabela 13 (cuja correlação pode ser vista no lado esquerdo da Figura 33) efetuaram-se diversas implementações no lote, obtendo-se resultados positivos no *picking* do modelo COBUS.

4.	<ul style="list-style-type: none"> • Segurança das estantes • Sensibilização à chefia para melhoria das condições das estantes/colocação de novos suportes (aproveitamento de material excedentário).
5.	<ul style="list-style-type: none"> • Diferenciação de materiais no mesmo local de stock • Sensibilização aos colaboradores para alocar o material de acordo com a sua tipologia / auditorias semanais por amostragem.
6.	<ul style="list-style-type: none"> • Kit's • Sensibilização aos colaboradores para alocar o material por Kit/auditorias semanais por amostragem.
7.	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de armazenamento inadequados • Aquisição de novos sistemas de armazenamento adequados ao tipo de material COBUS.
8.	<ul style="list-style-type: none"> • Locais de stock desorganizados • Reorganização de locais de stock nos pisos 0 e 1 (físico e em SAP).
13.	<ul style="list-style-type: none"> • Ergonomia • Sensibilização aos colaboradores e realocação de materiais (físico e em SAP).
17.	<ul style="list-style-type: none"> • Acondicionamento de material • Sensibilização e formação aos colaboradores / auditorias semanais por amostragem.
19.	<ul style="list-style-type: none"> • Duplicação de códigos • Sensibilização e formação aos colaboradores / auditorias semanais por amostragem.
20.	<ul style="list-style-type: none"> • Codificação de material • Sensibilização e formação aos colaboradores / auditorias semanais por amostragem.

Figura 33 – Implementações efetuadas no lote, com melhorias significativas no *picking* do modelo COBUS

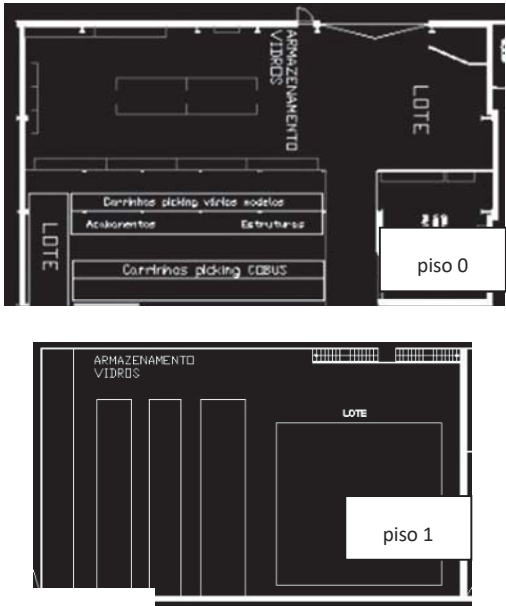
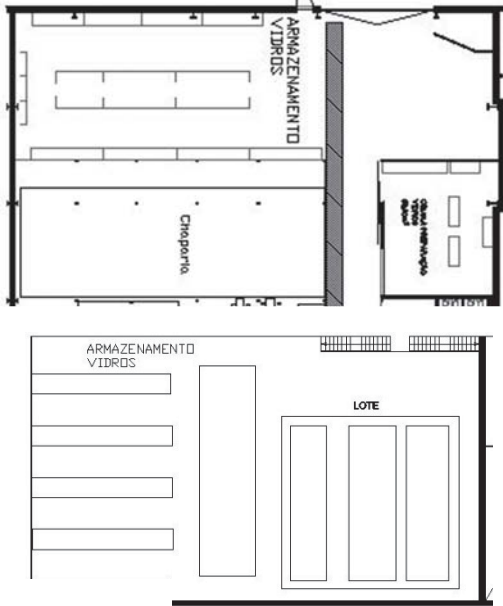
3.7.4 Implementações no armazenamento e célula de preparação de vidros

A atividade *Jishuken*, na CBus, teve a duração de quinze dias nas suas instalações, mais concretamente no armazenamento e na célula de preparação dos vidros (armazém).

- A equipa foi constituída por elementos do armazém CBus, da administração CBus e ainda por elementos de outras organizações do Grupo Salvador Caetano, nomeadamente Caetano *Aeronautic* (CAER) e *Toyota* Caetano Portugal (TCAP);
- A intervenção nesta área de trabalho foi baseada na introdução de práticas *Lean*, tendo como principais objetivos a otimização do espaço de armazenamento, a melhoria no processo de preparação dos vidros e nos seus fluxos inerentes;
- A equipa definiu as tarefas e a atribuição das responsabilidades a cada elemento:
 - Desenho do *layout* atual e fluxos de materiais, anotação do balanceamento das tarefas e desperdícios inerentes (VSM em Anexo 13);
 - Propostas de melhorias no *layout* e fluxos de materiais, com otimização do armazenamento e da célula de preparação de vidros;
 - Apresentação da atividade: descrição do processo anterior, apresentação das principais mudanças/benefícios e plano de ação para eventuais melhorias futuras.

Após a atividade *Jishuken*, pode-se verificar algumas modificações na zona do armazenamento de vidros: utilização de sistemas de armazenamento adequados (piso 0) e alteração na disposição do armazenamento de vidros no piso 1 (Tabela 30).

Tabela 30 - Implementação de *layout* na zona de armazenamento e célula de preparação de vidros [Anexos 9 e 10]

Antes	Depois
Implementação <i>Layout</i> Armazenamento de vidros	
 <p>Layout antigo</p>	 <p>Layout modificado</p>

Na Tabela 31 apresentam-se as implementações efetuadas durante a atividade *Jishuken*, tanto no armazenamento de vidros como na célula de preparação dos mesmos, constatando-se os seguintes pontos:

- Armazenamento:
 - (a) *Layout* dos pisos 0 e 1 redefinidos (Tabela 30) – os vidros com maior rotação encontram-se armazenados na área inferior; os restantes, no piso 1; utilização de sistemas de armazenamento adequados – otimização de área disponível (57,6 m²);
- Célula de preparação:
 - (b) Criação de um novo posto de trabalho – principal causa: cumprimento dos tempos de aplicação das colas *Sika*; sensibilização dos colaboradores com IT sobre o processo de preparação de vidros (Anexo 14);
 - (c) Redistribuição do inventário (6 m²) e utilização de sistemas de armazenamento adequados (fabricados com matéria-prima e mão de obra interna na Oficina *Lean*);
 - (d) Quadro operacional “Planeamento da Produção” reajustado e funcional (por exemplo com dia da semana, PEP associado ao vidro e hora de abastecimento) – utilização de Gestão Visual: vermelho: Problema; amarelo: Em preparação; verde: Ok);
- Metodologia 5S:
 - (e) Organização e limpeza diária na recolha de resíduos;
 - (f) Organização e sensibilização para boa utilização dos equipamentos;
 - (g) Reaproveitamento de carrinhos e aumento da eficiência de entrega de vidros à PRD: sistema de movimentação adaptado.

Tabela 31 - Implementação parcial no armazenamento e célula de preparação de vidros (antes e depois)

Antes	Depois
Armazenamento de vidros	
<p>(a)</p>  <p>piso 0 / Plataforma</p>	

Antes

Depois

Célula de preparação de vidros

b)

A photograph of a glass preparation cell before improvement. It shows two green metal workstations with wheels. A person is visible in the background. A sign with the word 'ANTES' is overlaid on the image.

Postos de trabalho

A photograph of the same glass preparation cell after improvement. The workstations are now blue metal frames. A sign with the word 'DEPOIS' is overlaid on the image.

A photograph of a storage system before improvement. It shows a black metal cabinet with a white cloth hanging from it. A sign with the word 'ANTES' is overlaid on the image.

Sistema de armazenamento

A photograph of the same storage system after improvement. The cabinet is now a black metal frame with a white cloth hanging from it. A sign with the word 'DEPOIS' is overlaid on the image.

A photograph of an operational board before improvement. It is a large blue grid with various labels and handwritten notes. A sign with the word 'ANTES' is overlaid on the image.

Quadro Operacional

A photograph of the same operational board after improvement. It is a large blue grid with various labels and handwritten notes. A sign with the word 'DEPOIS' is overlaid on the image.

Metodologia 5S

Antes**Depois**

(e)



Condições de trabalho: caixote de lixo



(f)



Condições de trabalho: berbequim



(g)



Condições de trabalho: sistema de movimentação



3.8 Análise crítica das implementações

Após a apresentação de todas as implementações, tanto na área da receção como na área do lote, pode-se constatar que o que foi efetivamente implementado produziu resultados com benefícios reais, nomeadamente:

- Redefinição parcial do *layout* do armazém CBus;
- Redistribuição do inventário, otimizando-se a área disponível, em m², na receção/após-venda e no lote (armazenamento de vidros);
- Diminuição de tempos de movimentação dos colaboradores (cerca de 50%);
- Diminuição de tempos de conferência e *picking* (cerca de 75 minutos/ *picking*);
- Melhores condições de trabalho para os colaboradores do armazém CBus.

3.9 Reais benefícios obtidos

Em seguida, apresenta-se os benefícios obtidos nas várias áreas intervencionadas.

De acordo com a Figura 34 e com o auxílio da Tabela 32, verifica-se que:

- A área, em m², da após-venda diminuiu cerca de 12,5%;
- A área, em m², da receção aumentou cerca de 43%.

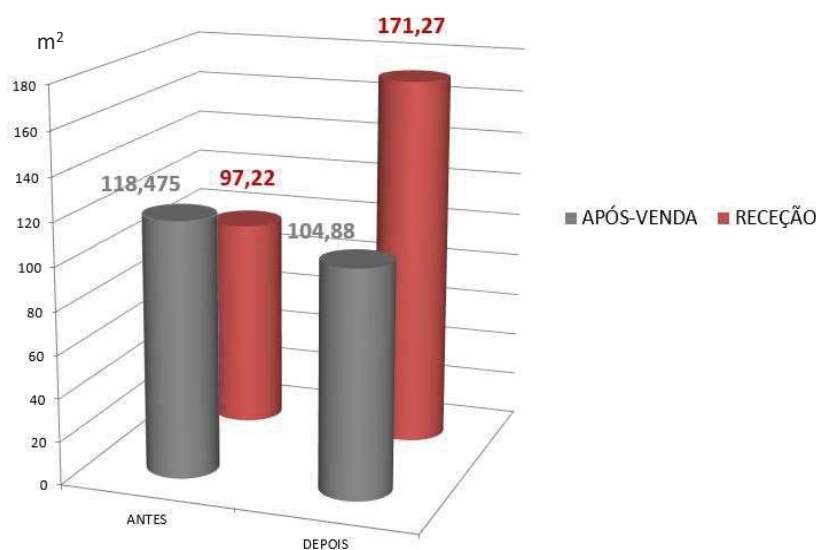


Figura 34 - Benefícios obtidos com redefinição do *layout* no após-venda e receção (m²)

Com a implementação do novo *layout* nas áreas supramencionadas, conseguiu-se otimizar a área disponível para a receção (Tabela 32); quanto à área da após-venda, esta diminuiu, pois reorganizou-se os vários espaços do após-venda (zona de trabalho, local de *stock* e zona de preparação de encomendas); a área das encomendas para expedição foi realocada para um espaço exterior do armazém, junto ao portão 2 (Figura 30).



Tabela 32 - Área, em m² (antes e depois) e respetivos ganhos percentuais (%) no *layout* do após-venda e receção

	Antes (m²)	Depois (m²)	Ganhos (%)
Após-venda	118,48	104,88	-11,48
Receção	97,22	171,27	43,13

A partir da Tabela 33 observa-se que:

- **(a)** com a utilização de sistemas de armazenamento adequados (sistemas de *racks*), foi possível criar melhores condições de acondicionamento do material rececionado e aproveitar, em altura, 62,16 m²;
- **(b)** as movimentações dos colaboradores diminuíram cerca de 50%, bem como o tempo associado para cumprimento das suas atividades (exemplo: um material que é recebido, conferido e arrumado).

Tabela 33 - Benefícios obtidos na receção: redistribuição do inventário e diminuição de movimentações

	Antes	Depois
(a)		
(b)		

Com base na Tabela 34, indaga-se que foi possível criar melhores condições de trabalho para vários colaboradores que laboravam na recepção, nomeadamente:

- (a) Criação de um resguardo para a recepção – recursos internos, na Oficina *Lean*;
- (b) Aquisição de contraplacado (apoio/suporte em *racks* dos materiais rececionados) e as próprias estantes – recursos internos, na Oficina *Lean*;
- (c) Área dedicada para conferência temporária de materiais rececionados – 20 m² (anteriormente esta atividade era executada no exterior do armazém).

Tabela 34 – Benefícios obtidos na recepção: criação de melhores condições de trabalho

Antes	Depois
 <p>(a)</p>	
<p>(b)</p>  	
 <p>(c)</p>	

A Tabela 35 mostra os benefícios obtidos com as melhorias implementadas no lote (Tabela 29). No Anexo 15 apresentam-se as folhas *Kaizen* que foram elaboradas, em forma de registo das melhorias supramencionadas em 3.7.2 e 3.7.3. Os tempos apresentados decorrem de uma média de medição de tempos (dez medições registadas a partir de um cronómetro digital).

Tabela 35 – Benefícios obtidos no lote

Benefícios obtidos no lote	
Melhoria <i>Kaizen</i>	Benefícios
1. Kit Isolamento <i>Cellofoam</i> COBUS 3002 (KD 24_3)	9 minutos/ <i>picking</i>
2. Reorganização e realocação dos autocolantes (KD 29_9)	
3. Grelha de suporte para documentos no monta-cargas (KD 2)	0,5 minutos/transporte
4. Otimização de espaço numa estante do após-venda (KD 3)	1,5 minutos/ <i>picking</i> e 2,5 m ² para alocação de outros materiais
5. Grelha de registo do carregamento do empilhador elétrico (KD 5)	6 minutos/semana e redução de atividades de valor não acrescentado
6. Colocação de suportes na bacia de retenção das baterias COBUS (KD 6)	1,5 minutos/ <i>picking</i>
7. Identificação de locais de <i>stock</i> nos sistemas de armazenamento (KD 8)	1,5 minutos/código e redução de atividades de valor não acrescentado
8. Identificação de cablagens BFS e alocação em lote (KD 9)	10 minutos/conferência e 15 minutos/ <i>picking</i>
9. Análise dos locais de <i>stock</i> no lote (Gestão Visual) (KD 15)	2 minutos/código e redução de atividades de valor não acrescentado
10. Redução no tempo de <i>picking</i> modelo COBUS	Medição de tempo: 02:02:22 Redução de 00:35:51/ <i>picking</i>

Em seguida apresentam-se os benefícios obtidos com a ocorrência da atividade *Jishuken* no armazenamento e célula de preparação de vidros (Tabela 36). Os valores apresentados decorrem de uma medição média de tempos (vinte medições registadas a partir de um cronómetro digital).

Tabela 36 - Benefícios obtidos no armazenamento e preparação de vidros

Benefícios obtidos no armazenamento e preparação de vidros	
Melhoria Kaizen	Benefícios
1. Diminuição de tempos de conferência e <i>picking</i>	2 minutos/código
2. Diminuição nas deslocações dos colaboradores	2 deslocações/código
3. Redistribuição do inventário (volumetria disponível)	31,8 m ² (piso 0)
4. Melhores condições de trabalho	Meios de movimentação adaptados para vidro não quebrar durante o transporte
5. Implementação da Metodologia 5S	Grande envolvimento dos colaboradores e sentido de responsabilidade

3.10 Análise do retorno do investimento

Em seguida apresenta-se o investimento efetuado ao longo de todo o trabalho (Tabela 37).

Tabela 37 – Investimento efetuado ao longo do trabalho nas várias áreas intervencionadas

Investimento inicial, em €			
		Propostas (€)	Investimento (€)
Receção	1. Racks	Opção 1: 955,00 Opção 2: Reutilização	Opção2: 0,00
	2. Contraplacado	453,24 (10 unidades)	453,24
	3. Toyota BT Staxio Serie-W (Empilhador)	5.000,00	5.000,00
	4. Resguardo	Opção 1: 1.100,85 Opção 2: 1.302,57 Opção 3: 1.193,36	Opção 1: 1.110,85
	5. Carrinhos de arrumação	1.089,00 (3 unidades)	1.089,00

Lote	6. Estantes	Opção 1: 245,00 Opção 2: Reutilização	Opção 2: 0,00
	7. Caixas de <i>stock</i>	662,00 (300 unidades)	662,00
	8. Etiquetas recicláveis (Gestão Visual)	Papel reciclável + 25 €/h mão de obra	37,50
	9. Tubo	1,56 €/metro	28,08
Vidros	10. Estantes	2.484,60 (4 unidades)	2.484,60
	11. Material reutilizável	25 €/h mão de obra	3.000
Total			13.865,27 €

Na Tabela 38 encontra-se a poupança, em €, no que diz respeito à redistribuição do inventário, otimizando-se a área disponível, em m². Considera-se o custo m²/mês: 5,1 €/m². Ao fim de um ano, a poupança será igual a 7.665,96 €.

Tabela 38 – Poupança mensal, em €, nas áreas intervencionadas (redistribuição, em m²)

Poupança, em €, nas áreas intervencionadas		
	Redistribuição (m ²)	Poupança mensal (€)
Receção	62,16	317,02
Lote	31,30	159,63
Vidros	31,80	162,18
Total mensal	125,26	638,83

Na Tabela 39 encontra-se a poupança, em €, no que diz respeito a tempos ganhos. Considera-se o custo de mão de obra: 25 €/h. Ao fim de um ano, a poupança será igual a 49.485,00 €.

Tabela 39 – Poupança mensal, em €, nas áreas intervencionadas (tempo ganho, em h)

Poupança, em €, nas áreas intervencionadas		
	Ganho tempo (h/mês)	Poupança mensal (€)
Receção	128,3	3207,5
Lote (COBUS)	25,65	641,25
Vidros	11	275,00
Total mensal	164,95	4.123,75

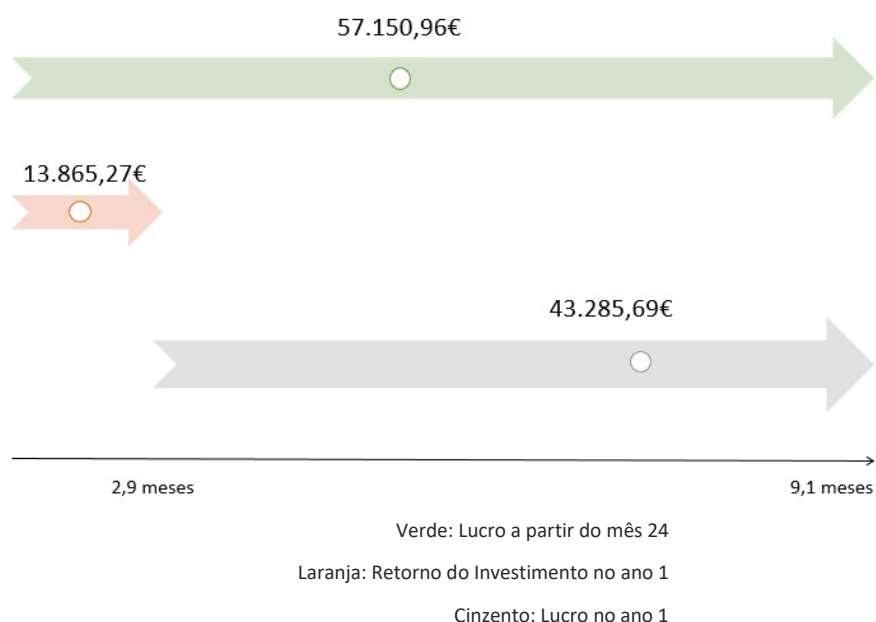
Aquando da finalização do trabalho, pôde-se verificar que o tempo entre o investimento inicial e o momento no qual o lucro líquido iguala o valor desse investimento ocorre em 2,9 meses, *Payback Period*, Tabela 40, pois:

$$Payback Period = \frac{Investimento\ inicial}{Poupança\ mensal} = \frac{13.865,27}{4.762,58} \approx 2,9\ meses$$

Tabela 40 – *Payback period*, em meses

Retorno do Investimento			
	Poupança mensal (€)	Poupança anual (€)	Investimento inicial (€)
1. Redistribuição de área	638,83	7.665,96	
2. Tempo ganho	4.123,75	49.485,00	
TOTAL	4.762,58	57.150,96	13.865,27

O trabalho desenvolvido gerou, para a organização, um lucro de 43.285,69 € no final de 9,1 meses (Figura 35). No mês 24 (e anualmente) a poupança da CBus, em €, será igual a 57.150,96 €.

Figura 35 – Análise do retorno do investimento, com *Payback Period* de três meses

3.11 Proposta de melhorias com implementação não terminada

No decorrer do trabalho foi elaborada uma proposta de melhoria para o armazém CBus, mais concretamente para o *layout* do lote, com implicações diretas na *performance* da atividade de *picking*: um novo modelo próprio. Este foi definido com base nos seguintes pressupostos:

- *Layout* convencional, isto é, constituído por corredores paralelos [25];
- Armazenamento fixo [43], de acordo com as características dos materiais [24], aproveitando a volumetria disponível (utilização de sistemas de *racks*);

- Pretende-se que exista várias áreas dedicadas, cada uma delas respeitando o princípio da similaridade [30], ou seja, os materiais devem ser alocados de acordo com o tipo de modelo de autocarro (genericamente, são três tipos, conforme exposto em 3.1.2).

O modelo próprio de *picking* encontra-se ilustrado na Figura 36, tendo sido baseado nos modelos apresentados por [47].

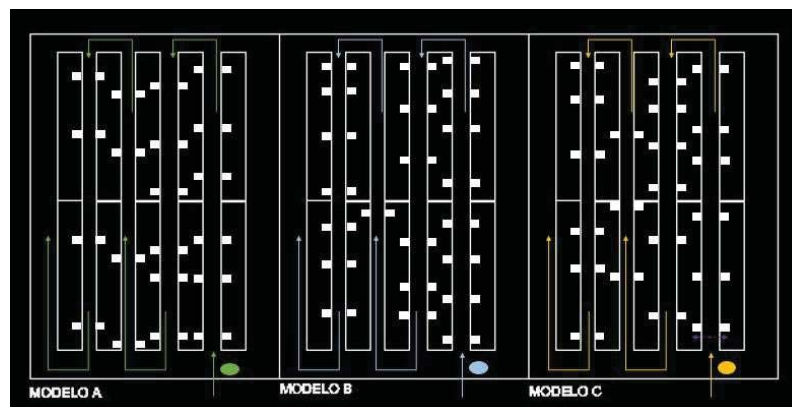


Figura 36 - Proposta de melhoria para implementação de novo modelo de *picking* próprio

Espera-se que, com este novo modelo próprio, a organização obtenha resultados bastante positivos, pois os colaboradores percorrem um corredor e, em simultâneo, recolhem os pedidos do seu lado esquerdo e do seu lado direito, não havendo necessidade de o voltar a percorrer posteriormente. O modelo sugere que o *picking* seja organizado por áreas dedicadas previamente definidas.

Assim, o modelo próprio pretende otimizar os tempos de *picking* efetuados pelos colaboradores, contribuindo para um trabalho mais organizado, eficiente e intuitivo.

3.12 Trabalhos complementares

Houve a necessidade de acompanhar, em paralelo, algumas atividades decorrentes na linha de *chassis elétricos* da fábrica de Gaia, nomeadamente o transporte de peças produzidas internamente entre a fábrica de Ovar (CBO) e a CaetanoBus Gaia (CBG). Em seguida apresenta-se, na

Tabela 41, os principais problemas observados e, posteriormente, as soluções e implementações na Tabela 42.

Tabela 41 - Principais problemas encontrados na linha de *chassis* elétricos

Linha de <i>Chassis</i> Elétrico	
1. Alocação aos postos	 <p>A linha 4* possui três postos de trabalho (incluindo postos de pré-montagem); os materiais devem ser alocados ao respectivo posto onde estes irão ser utilizados.</p>
2. Meios de identificação	 <p>Em cada posto existe um local de <i>stock</i> para cada código, onde as peças devem ser identificadas para fácil verificação, arrumação e <i>picking</i> do material.</p>
3. Lista de acompanhamento Ovar-Gaia	 <p>Não existem evidências do processo atual – indefinição do material de PRD interna que é transportado de Ovar para Gaia.</p>
4. Kit Baterias	 <p>Para satisfazer a cadência futura prevista (5 unidades/semana), é essencial criar meios de armazenamento e movimentação das baterias para o posto da linha de montagem.</p>
5. Material acompanhamento para carroçaria	 <p>O material que acompanha o <i>chassis</i> posteriormente para a carroçaria, de acordo com as necessidades da linha de acabamentos, deve ser armazenado num local próprio, até ser necessário utilizá-lo na mesma.</p>

*Linha 4 – linha *chassis* elétricos

O material era fornecido à CBG sem qualquer tipo de lista informativa (código, quantidade e posto). Criou-se, então, uma lista de material de produção (PRD) interna fornecida pela CBO à CBG (ponto 1 da Tabela 42); produziu-se um carrinho dedicado, a partir de recursos internos, na Oficina *Lean*, para transportar o material de PRD interna

entre Ovar e Gaia (ponto 2 da Tabela 42); para reduzir o tempo de verificação, arrumação e *picking* dos materiais procedeu-se à identificação das estantes dos três postos da linha de *chassis* elétricos (ponto 3 da Tabela 42). Os pontos 4 e 5 da

Tabela 41 foram também analisados, sendo identificadas algumas propostas para cada ponto (continham orçamentos que mereciam atenção por parte da Direção).

Tabela 42 – Soluções e implementações na linha de *chassis* elétricos

Soluções e implementações na linha de <i>chassis</i> elétricos		
1. Criação de lista de fornecimento de material PRD Interna CBO-CBG.	2. Carrinho dedicado ao transporte do material PRD Interna CBO-CBG.	3. Identificação nas estantes nos postos: redução do tempo de conferência, arrumação e <i>picking</i> dos materiais.

A linha de *chassis* elétricos, mais tarde, foi transferida para as instalações da CBO; todas as implementações acompanharam a linha para Ovar (lista de fornecimento de material e carrinho dedicado ao transporte de material de PRD interna, bem como as estantes identificadas de cada posto). Neste caso, com a transferência da linha para Ovar, não foi possível efetuar a análise quantitativa dos resultados.

Para incentivar os colaboradores do Departamento de Gestão de Alterações a um maior envolvimento na atividade *Kaizen*, procedeu-se à análise de algumas atividades e processos, que foram alvo de otimização, nomeadamente (Anexo 16):

- Processo nos pedidos de anulação de materiais (Ganho médio de 4 h/mês);
- Processo nos pedidos de sucatar materiais (Ganho médio de 4 h/mês).

Estes documentos são utilizados sob o formato *.xlsx* (*Excel*), contendo macros que facilitam o preenchimento dos mesmos, e também o seu envio do Departamento de Gestão de Alterações para o Departamento de logística.

Em algumas situações, o Departamento de Engenharia de Processos necessitou de auxílio do Departamento de logística. Neste sentido, diretamente na Produção, foram efetuadas atividades relacionadas com:

- Falta(s) de material;
- Fornecimento(s) urgente(s) à(s) linha(s) (por exemplo, entrega de códigos errados por parte do armazém);
- E ainda a recolha de materiais ou componentes inutilizados.

CONCLUSÕES

4.1 Conclusões





4.2 Propostas de trabalhos futuros






4 CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

4.1 Conclusões

O trabalho exposto na presente dissertação teve como finalidade conciliar os conhecimentos teóricos com as práticas profissionais da organização CBus, a qual tinha identificado a necessidade de melhorar a eficiência do seu armazém híbrido, de forma a redefinir os espaços e os fluxos internos logísticos (tornando o trabalho mais eficiente e intuitivo), com admissão da oportunidade de melhorias ao nível da gestão de espaço e gestão de tempo e, consequentemente, redução de custos. Na Tabela 43 apresentam-se as principais conclusões face aos objetivos estabelecidos pela CBus, indicando-se o nível de cumprimento dos mesmos.

Tabela 43 - Conclusões de acordo com os objetivos propostos pela CBus

Conclusões		
Objetivos práticos	Área(s) de aplicação	Cumprimento
Identificar erros/falhas/problemas.	Receção (zona interior e exterior) Após-venda Lote	
Apresentar soluções para os problemas encontrados.	Receção (zona interior) Após-venda Lote	
	Receção (zona exterior)	
Selecionar as soluções para cada problema.	Receção (zona interior) Após-venda Lote	

Objetivos práticos	Área(s) de aplicação		Cumprimento
Implementar (parcialmente) as soluções.	Receção (zona interior) Após-venda	Layout	
		Melhorias Kaizen	
	Lote	Layout	
		Melhorias Kaizen	
Monitorizar as implementações.	Receção/após-venda lote		
Elaborar uma análise crítica dos resultados.	Receção/após-venda lote		

A nível pessoal foram desenvolvidas competências ao nível de:

- Cumprimento de horários;
- Trabalho em equipa;
- Motivação numa mesma direção;
- Fator tempo (planeamento e entrega de propostas de solução e resultados);
- Interação multidisciplinar e multicultural;
- Evolução científica: publicação de um artigo científico com base no trabalho desenvolvido (Anexo 17).

4.2 Propostas de trabalhos futuros

Após o término do trabalho, algumas propostas aguardavam aprovação por parte da organização:

- Considerar as propostas de solução para a receção (zona exterior);
- Implementação da proposta de *layout* no lote do armazém;
- Realização de formação aos colaboradores, a partir das IT (trabalho padronizado [33]).

Foram recomendadas, ainda, outras propostas de trabalhos futuros, durante a atividade *Jishuken* para o armazenamento e célula de preparação de vidros:

- Braço mecânico na célula de preparação de vidros (diminui a dependência de apoio de um colaborador a outro para manobrar os vidros);
- Otimizar a forma de abastecimento à linha (sistemas de movimentação adequados);

- Aproveitamento de armazenamento vertical;
- Maior utilização da Gestão Visual e 5S (envolvimento dos colaboradores).

Para implementação de um Sistema de Gestão de Armazéns:

- O *Warehouse Physical Management System (WPMS)* é um sistema que extrai a informação do sistema SAP [66] e regista todos os acontecimentos e ações de recepção, armazenagem, *picking* e outras atividades de interesse [42]. Quando os pedidos são rececionados, é o *WPMS* que indica o local onde deverão ser alocados; esta indicação tem por base as zonas predefinidas destinadas a cada material. O sistema é responsável pela gestão da localização dos materiais existentes no armazém, possibilitando o rápido acesso a cada um deles. Para facilitar a comunicação entre os colaboradores e o sistema, normalmente, utiliza-se a leitura de código de barras (*EAN*), através de terminais móveis de rádio frequência.

A nível pessoal e científico, futuramente, será desenvolvido um artigo científico com base na proposta de melhoria (Modelo próprio de *picking*).

BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

5 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

- [1] R. Silva, "Avaliação da Implantação do Conceito de Gestão da Cadeia de Abastecimento na Indústria da Construção em Portugal," Dissertação apresentada para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil, Instituto Técnico de Lisboa, 2014.
- [2] J. Viterbo, "Sistema de Abastecimento Sincronizado às Linhas de Produção," Dissertação apresentada para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Mecânica, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2014.
- [3] D. J. BOWERSOX, D. J. CLOSS, and M. B. COOPER, *Supply chain logistics management*. New York: Brent Gordon, 2002, pp. 5-16, ISBN: 0-07-235 100-4.
- [4] M. HUGOS, *Essentials of supply chain management*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2003, pp. 1-6, ISBN: 0-471-23517-2.
- [5] C. Santos, F. Postai, C. Rodrigues, and N. Follmann, "Os valores que a logística agrega e a importância de se considerar aspetos ambientais e sociais," in *Semana de Engenharia da Produção Sul-Americana*, ed. Chile, 2010.
- [6] D. WATERS, *Logistics an introduction to supply chain management*. New York: Palgrave MacMillan, 2003, pp. 4-10; 90; 283-289, 0-333-96369-5.
- [7] A. D. Singh Jain, I. Mehta, J. Mitra, and S. Agrawal, "Application of Big Data in Supply Chain Management," *Materials Today: Proceedings*, vol. 4, no. 2, pp. 1106-1115, 2017, doi: 10.1016/j.matpr.2017.01.126.
- [8] C. Roriz, E. Nunes, and S. Sousa, "Application of Lean Production Principles and Tools for Quality Improvement of Production Processes in a Carton Company," *Procedia Manufacturing*, vol. 11, pp. 1069-1076, 2017, doi: 10.1016/j.promfg.2017.07.218
- [9] B. Mrugalska and M. K. Wyrwicka, "Towards Lean Production in Industry 4.0," *Procedia Engineering*, vol. 182, pp. 466-473, 2017, doi: 10.1016/j.proeng.2017.03.135.
- [10] I. Masteika and J. Čepinskis, "Dynamic Capabilities in Supply Chain Management," *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vol. 213, pp. 830-835, 2015, doi: 10.1016/j.sbspro.2015.11.485.
- [11] Q. Lu, F. Meng, and M. Goh, "Choice of supply chain governance: Self-managing or outsourcing?," *International Journal of Production Economics*, vol. 154, pp. 32-38, 2014, doi: 10.1016/j.ijpe.2014.03.022.
- [12] Z. Chen and S.-I. I. Su, "Multiple competing photovoltaic supply chains: Modeling, analyses and policies," *Journal of Cleaner Production*, vol. 174, pp. 1274-1287, 2018, doi: 10.1016/j.jclepro.2017.11.045.
- [13] H. Song and X. Gao, "Green supply chain game model and analysis under revenue-sharing contract," *Journal of Cleaner Production*, vol. 170, pp. 183-192, 2018, doi: 10.1016/j.jclepro.2017.09.138.
- [14] O. Ottemöller and H. Friedrich, "Modelling change in supply-chain-structures and its effect on freight transport demand," *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 2017, doi: 10.1016/j.tre.2017.08.009.
- [15] X. Zhang and P. Zeephongsekul. (2016) Asymmetric supply chain models implementable with a mechanism design. *Applied Mathematical Modelling*. 10719-10739, doi: 10.1016/j.apm.2016.08.010.
- [16] B. Mota, M. I. Gomes, A. Carvalho, and A. P. Barbosa-Povoa. (2018) Sustainable supply chains: An integrated modeling approach under uncertainty. *Omega*. 32-57, doi: 10.1016/j.omega.2017.05.006.
- [17] M. Imran, C. Kang, and M. Babar Ramzan. (2018) Medicine supply chain model for an integrated healthcare system with uncertain product complaints. *Journal of Manufacturing Systems*. 13-28, doi: 10.1016/j.jmsy.2017.10.006.

- [18] M. Makaci, P. Reaidy, K. Evrard-Samuel, V. Botta-Genoulaz, and T. Monteiro. (2017) Pooled warehouse management: An empirical study. *Computers & Industrial Engineering*. 526-536, doi: 10.1016/j.cie.2017.03.005.
- [19] B. Rouwenhorst, B. Reuter, V. Stockrahm, G. J. v. Houtum, R. J. Mantel, and W. H. M. Zijm. (1999) Warehouse design and control - Framework and literature review. *European Journal of Operational Research*. 515-533.
- [20] M. Dotoli, N. Epicoco, M. Falagario, N. Costantino, and B. Turchiano. (2015) An integrated approach for warehouse analysis and optimization: A case study. *Computers in Industry*. 56-69, doi: 10.1016/j.compind.2014.12.004.
- [21] M.-H. e. e. Stoltz, V. Giannikas, D. McFarlane, J. Strachan, J. Um, and R. Srinivasan, "Augmented reality in warehouse operations - opportunities and barriers," presented at the International Federation of Automatic Control, 2017, doi: 10.1016/j.ifacol.2017.08.1807.
- [22] T. Iqbal, F. Huq, M. Khurram, and S. Bhutta. (2018) Agile manufacturing relationship building with TQM, JIT, and firm performance. *International Journal of Production Economics*, doi: 10.1016/j.ijpe.
- [23] A. S. Aradhye and S. P. Kallurkar. (2014) A Case Study of Just-In-Time System in Service Industry. *Procedia Engineering*. 2232-2237, doi: 10.1016/j.proeng.2014.12.467.
- [24] M. Bello, "Optimização da logística e distribuição de armazéns," Dissertação apresentada para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, Instituto Superior Técnico - Universidade Técnica de Lisboa, 2011.
- [25] L. F. Cardona, D. F. Soto, L. Rivera, and H. J. Martínez. (2015) Detailed design of fishbone warehouse layouts with vertical travel. *International Journal of Production Economics*. 825-837, doi: 10.1016/j.ijpe.2015.03.006.
- [26] M. Horta, F. Coelho, and S. Relvas. (2016) Layout design modelling for a real world just-in-time warehouse. *Computers & Industrial Engineering*. 1-9, doi: 10.1016/j.cie.2016.08.013.
- [27] B. Rekiek and A. Delchambre, *Assembly line design: The Balancing of Mixed-Model Hybrid* Belgium, 2006, pp. 105-106, ISBN: 1-84628-112-1.
- [28] V. Rakesh and G. K. Adil. (2015) Layout Optimization of a Three Dimensional Order Picking Warehouse. *IFAC-PapersOnLine*. 1155-1160, doi: 10.1016/j.ifacol.2015.06.240.
- [29] J. M. Rohani and S. M. Zahraee. (2015) Production Line Analysis via Value Stream Mapping: A Lean Manufacturing Process of Color Industry. *Procedia Manufacturing*. 6-10, doi: 10.1016/j.promfg.2015.07.002.
- [30] R. Accorsi, G. Baruffaldi, and R. Manzini. (2018) Picking efficiency and stock safety: A bi-objective storage assignment policy for temperature-sensitive products. *Computers & Industrial Engineering*. 240-252, doi: 10.1016/j.cie.2017.11.009.
- [31] R. de Koster, T. Le-Duc, and K. J. Roodbergen. (2007) Design and control of warehouse order picking: A literature review. *European Journal of Operational Research*. 481-501, doi: 10.1016/j.ejor.2006.07.009.
- [32] G. Marodin, A. G. Frank, G. L. Tortorella, and T. Netland. (2018) Lean product development and lean manufacturing: Testing moderation effects. *International Journal of Production Economics*. 301-310, doi: 10.1016/j.ejor.2006.07.009.
- [33] S. França, "Implementação de Ferramentas de Lean," Dissertação apresentada para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Industrial e Gestão, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2013.
- [34] D. Stadnicka and R. M. C. Ratnayake. (2017) Enhancing Aircraft Maintenance Services: A VSM Based Case Study. *Procedia Engineering*. 665-672, doi: 10.1016/j.proeng.2017.03.177.
- [35] D. R. Kiran, "Kaizen and Continuous Improvement," in *Total Quality Management: Key Concepts and Case Studies*, 2017, pp. 313-332, doi: 10.1016/b978-0-12-811035-5.00022-2.

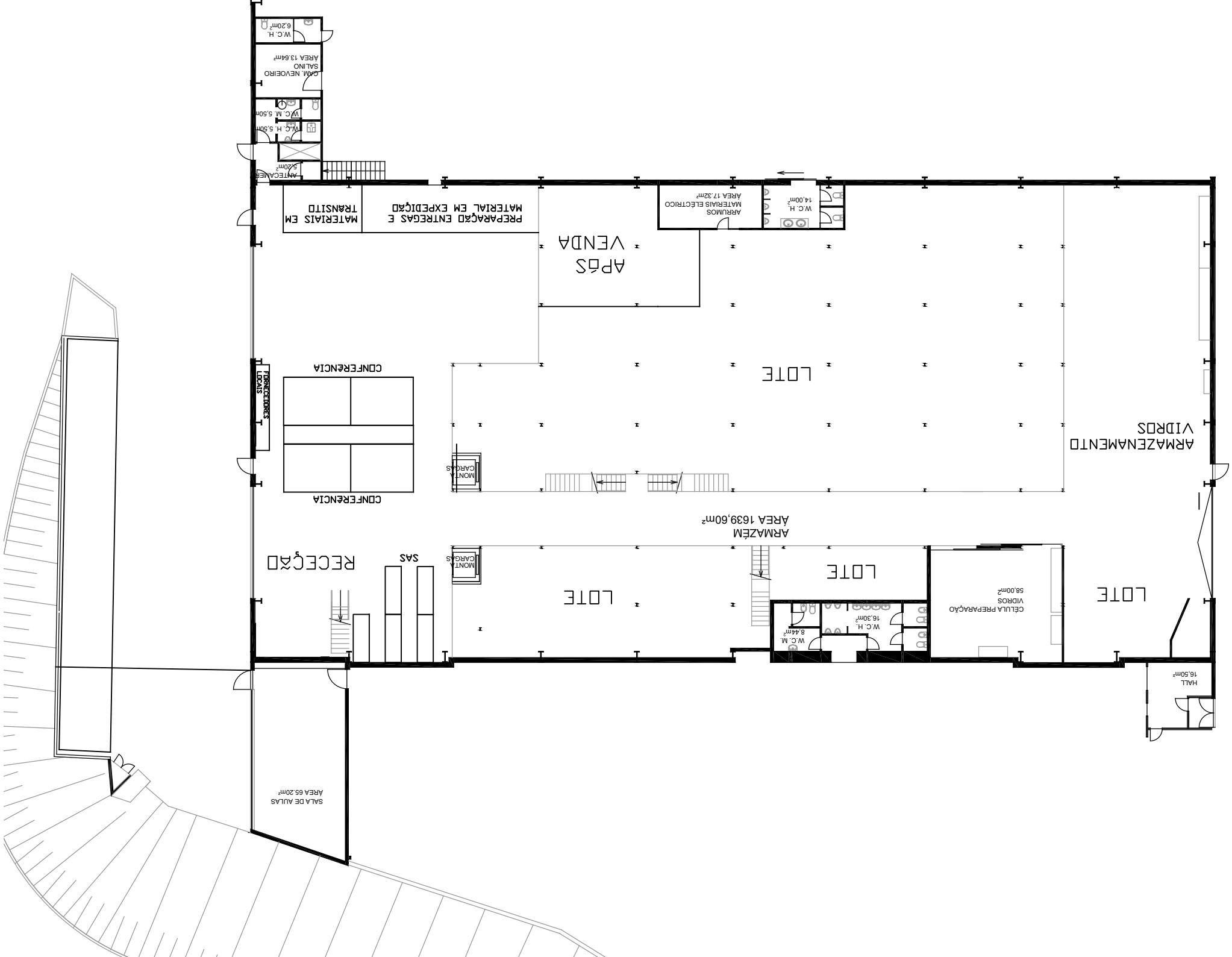
- [36] M. G. Maarof and F. Mahmud. (2016) A Review of Contributing Factors and Challenges in Implementing Kaizen in Small and Medium Enterprises. *Procedia Economics and Finance*. 522-531, doi: 10.1016/s2212-5671(16)00065-4.
- [37] J. Santana, F. Calarge, and F. Serra. Estudo De Caso : Aplicação dos Conceitos Do Sistema Toyota De Produção No Processo De Manufatura Para Melhoria Da Qualidade [Online], doi: 10.14684/shewc.14.2014.290-295.
- [38] K. Mohan Sharma and S. Lata. (2018) Effectuation of Lean Tool “5S” on Materials and Work Space Efficiency in a Copper Wire Drawing Micro-Scale Industry in India. *Materials Today: Proceedings*. 4678-4683, doi: 10.1016/j.matpr.2017.12.039.
- [39] C. Veres, L. Marian, S. Moica, and K. Al-Akel. (2017) Case study concerning 5S method impact in an automotive company. *Procedia Manufacturing*. 455 – 462, doi: 10.1016/j.promfg.2017.02.058.
- [40] L. P. Steenkamp, D. Hagedorn-Hansen, and G. A. Oosthuizen. (2017) Visual Management System to Manage Manufacturing Resources. *Procedia Manufacturing*. 455-462, doi: 10.1016/j.promfg.2017.02.058.
- [41] F. Dias, "Melhoria de Funcionamento de Armazéns numa Empresa Farmacêutica através da aplicação de metodologias Kaizen Lean," Dissertação apresentada para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, Instituto Técnico de Lisboa, 2015.
- [42] G. Besugo, "Gestão de um armazém de produtos não perecíveis: Caso de Estudo," Dissertação apresentada para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade Nova de Lisboa, 2011.
- [43] F. Weidinger. (2018) Picker routing in rectangular mixed shelves warehouses. *Computers & Operations Research*. 139-150, doi: 10.1016/j.cor.2018.03.012.
- [44] F. Basile, P. Chiacchio, and D. Del Grosso. (2012) A control oriented model for manual-pick warehouses. *Control Engineering Practice*. 1426-1437, doi: 10.1016/j.conengprac.2012.08.008.
- [45] R. De Santis, R. Montanari, G. Vignali, and E. Bottani. (2018) An adapted ant colony optimization algorithm for the minimization of the travel distance of pickers in manual warehouses. *European Journal of Operational Research*. 120-137, doi: 10.1016/j.ejor.2017.11.017.
- [46] J. A. Lee, Y. S. Chang, H.-J. Shim, and S.-J. Cho. (2015) A Study on the Picking Process Time. *Procedia Manufacturing*. 731-738, doi: 10.1016/j.promfg.2015.07.316.
- [47] G. Pocinho, "Análise e melhoria do processo de order-picking num sistema produtivo: caso de estudo," Dissertação apresentada para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade Nova de Lisboa, 2013.
- [48] S. Hong, A. L. Johnson, and B. A. Peters. (2015) Quantifying picker blocking in a bucket brigade order picking system. *International Journal of Production Economics*. 862-873, doi: 10.1016/j.ijpe.2015.04.012.
- [49] Y.-C. Ho and J.-W. Lin. (2017) Improving order-picking performance by converting a sequential zone-picking line into a zone-picking network. *Computers & Industrial Engineering*. 241-255, doi: 10.1016/j.cie.2017.09.014.
- [50] R. L. Daniels, J. L. Rummel, and R. Schantz. (1996) A model for warehouse order picking. *European Journal of Operational Research*. 1-17.
- [51] M. Calzavara, R. Hanson, F. Sgarbossa, L. Medbo, and M. I. Johansson. (2017) Picking from pallet and picking from boxes - a time and ergonomic study. *International Federation of Automatic Control*. 6888–6893, doi: 10.1016/j.ifacol.2017.08.1212.
- [52] I. Ferreira, "Melhoria de um armazém de produto acabado," Dissertação apresentada para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, Universidade de Aveiro, 2016.

- [53] H. Al-Samarraie and S. Hurmuzan. (2018) A review of brainstorming techniques in higher education. *Thinking Skills and Creativity*. 78-91, doi: 10.1016/j.tsc.2017.12.002.
- [54] M. Litcanu, O. Prostean, C. Oros, and A. V. Mnerie. (2015) Brain-Writing Vs. Brainstorming Case Study For Power Engineering Education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 387-390, doi: 10.1016/j.sbspro.2015.04.452.
- [55] V. Goa, "General model for RCA in Manufacturing Industry - Case study from Kverneland Group," Dissertação apresentada para obtenção do Grau de Mestre, Faculty of science and technology, 2017.
- [56] J. V. Rawson, A. Kannan, and M. Furman. (2016, Mar-Apr) Use of Process Improvement Tools in Radiology. *Curr Probl Diagn Radiol*. 94-100. Available: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26684577>, doi: 10.1067/j.cpradiol.2015.09.004.
- [57] B. Phadermrod, R. M. Crowder, and G. B. Wills. (2016) Importance-Performance Analysis based SWOT analysis. *International Journal of Information Management*, doi: 10.1016/j.ijinfomgt.2016.03.009.
- [58] D. A. Lopes Silva, I. Delai, M. A. Soares de Castro, and A. R. Ometto. (2013) Quality tools applied to Cleaner Production programs: a first approach toward a new methodology. *Journal of Cleaner Production*. 174-187, doi: 10.1016/j.jclepro.2012.10.026.
- [59] N. Hofstra, B. Petkova, W. Dullaert, G. Reniers, and S. de Leeuw. (2018) Assessing and facilitating warehouse safety. *Safety Science*. 134-148, doi: 10.1016/j.ssci.2018.02.010.
- [60] J. Furtado, "Definição do layout para gestão do Armazém do Produto Acabado da Sakthi Portugal S.A.," Dissertação apresentada para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, Universidade de Aveiro, 2014.
- [61] J. M. Myerson, *RFID in the supply chain* New York: Auerbach Publications, 2007, pp. 24-34, ISBN: 0-8493-3018-1.
- [62] S. Alyahya, Q. Wang, and N. Bennett. (2016) Application and integration of an RFID-enabled warehousing management system – a feasibility study. *Journal of Industrial Information Integration*. 15-25, doi: 10.1016/j.jii.2016.08.001.
- [63] R. Caridade, T. Pereira, L. Pinto Ferreira, and F. J. G. Silva. (2017) Analysis and optimisation of a logistic warehouse in the automotive industry. *Procedia Manufacturing*. 1096-1103, doi: 10.1016/j.promfg.2017.09.170.
- [64] A. M. Atieh *et al.* (2016) Performance Improvement of Inventory Management System Processes by an Automated Warehouse Management System. *Procedia CIRP*. 568-572, doi: 10.1016/j.procir.2015.12.122.
- [65] J. P. Singh and S. Verma, "Modern quality management systems," 2017, pp. 179-216, doi: 10.1016/b978-0-08-100686-3.00012-8.
- [66] M. Horta. (2014) Otimização de Layout num Armazém de Produtos. *Computers & Industrial Engineering*. 1-9, doi: 10.1016/j.cie.2016.08.013.

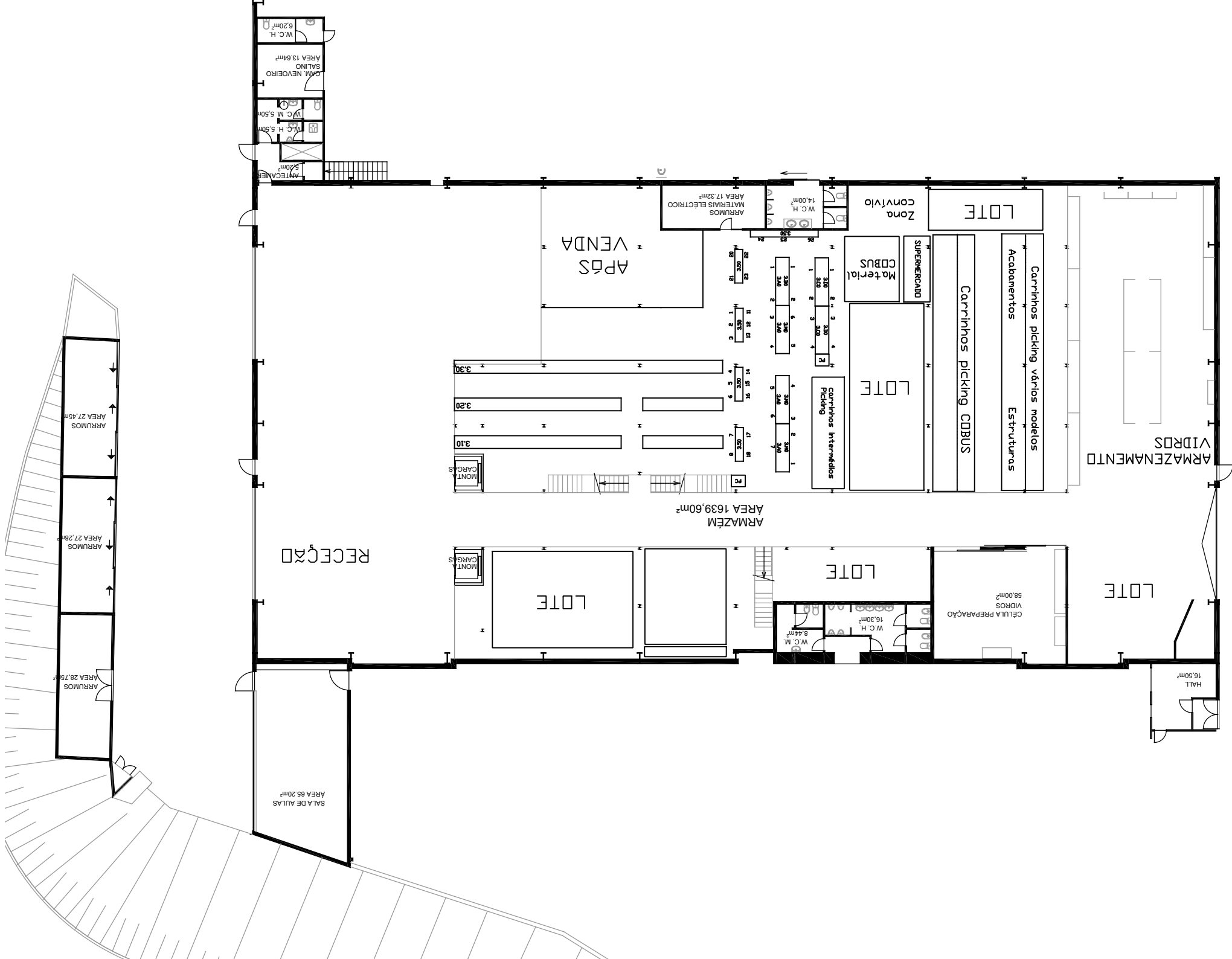
ANEXOS

6 ANEXOS

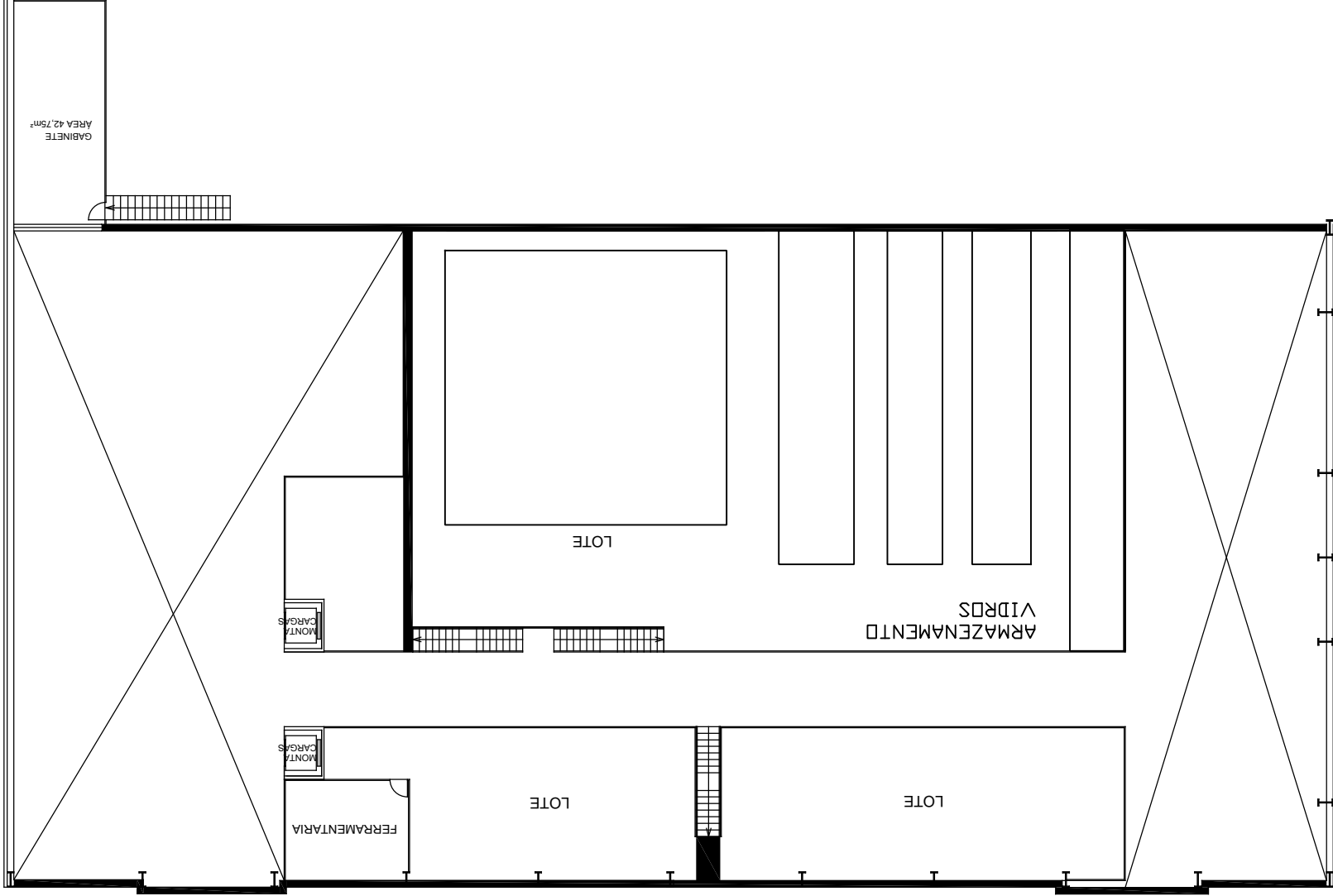
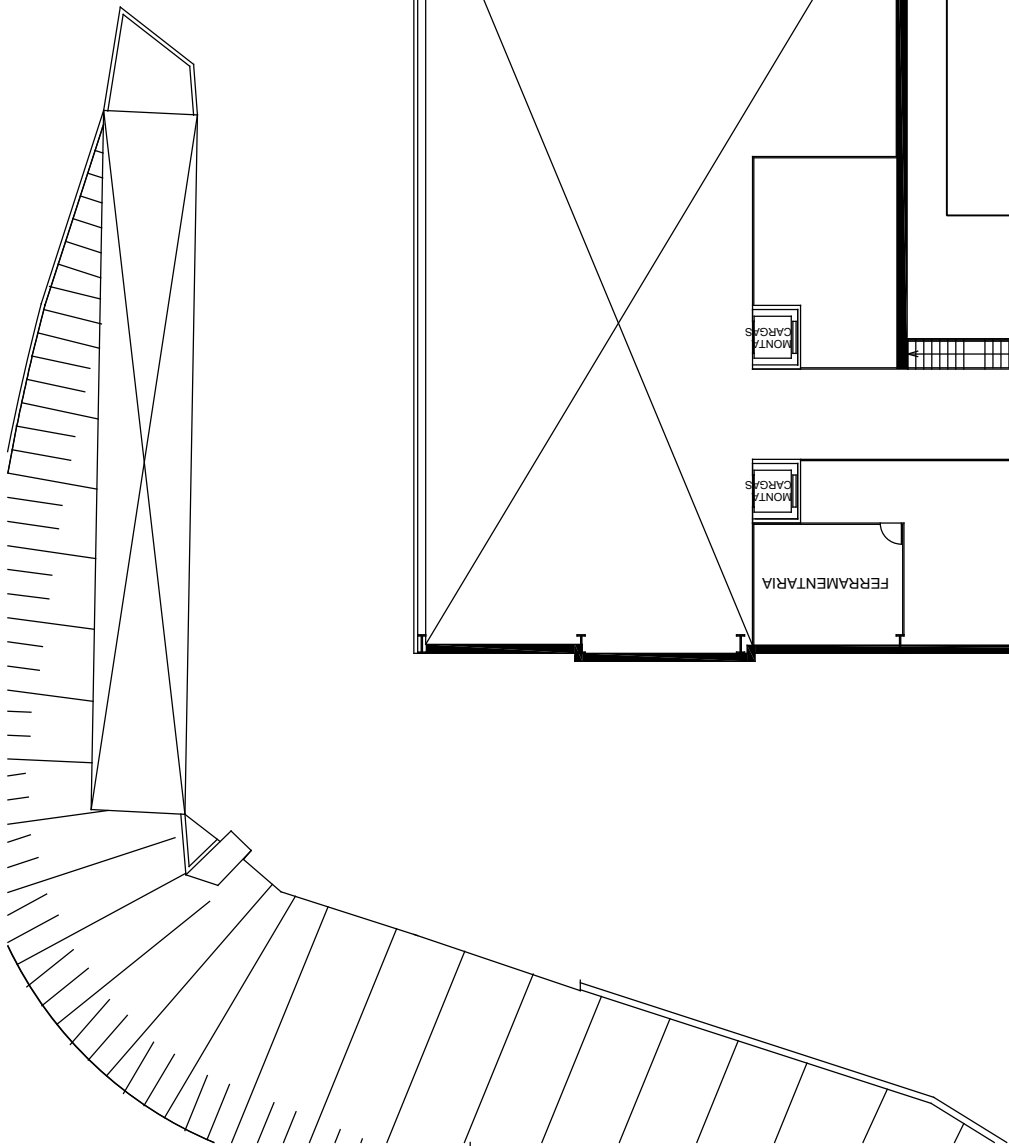
Anexo 1: *Layout* armazém receção (Antes piso 0)



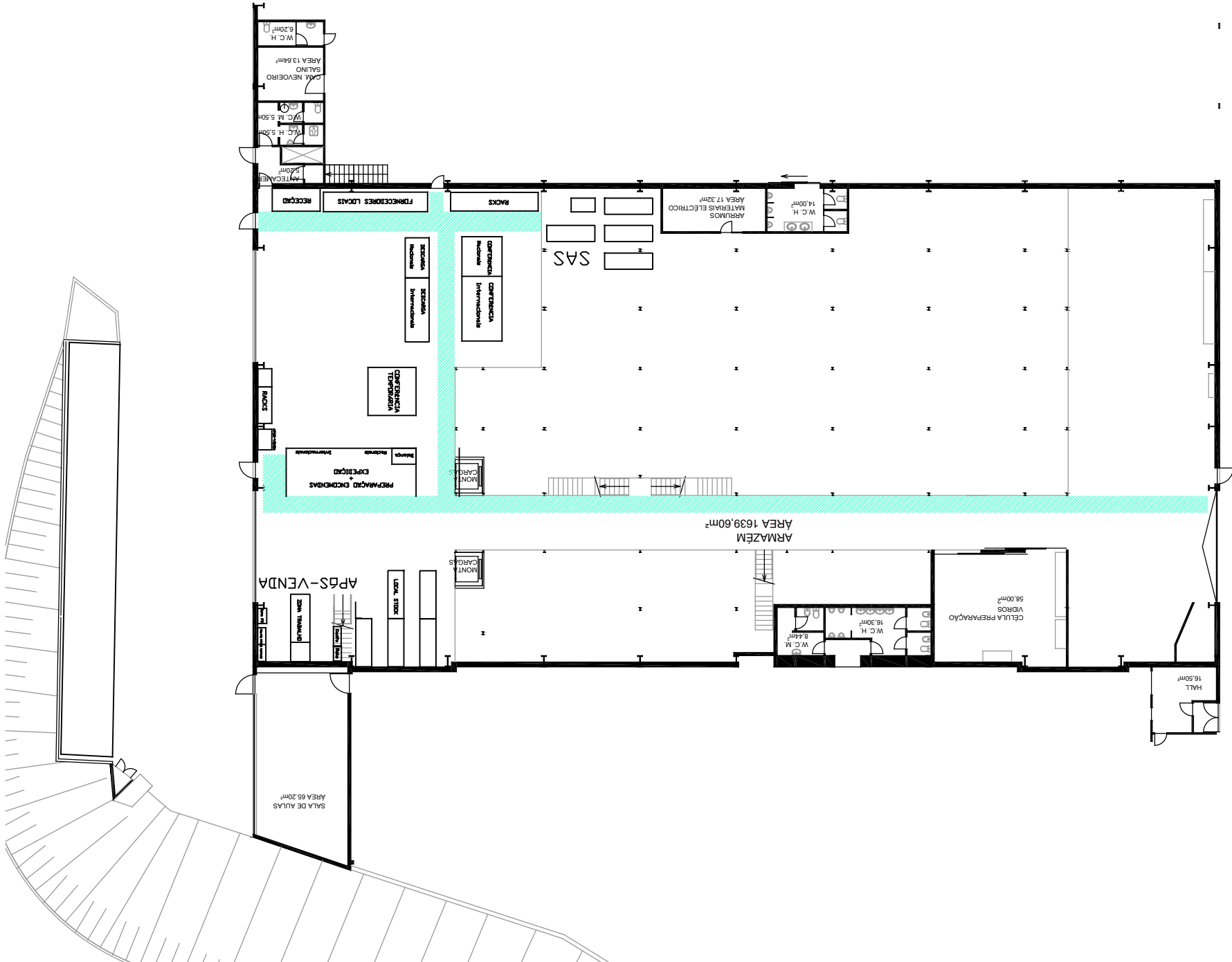
Anexo 2: *Layout* armazém lote (Antes piso 0)



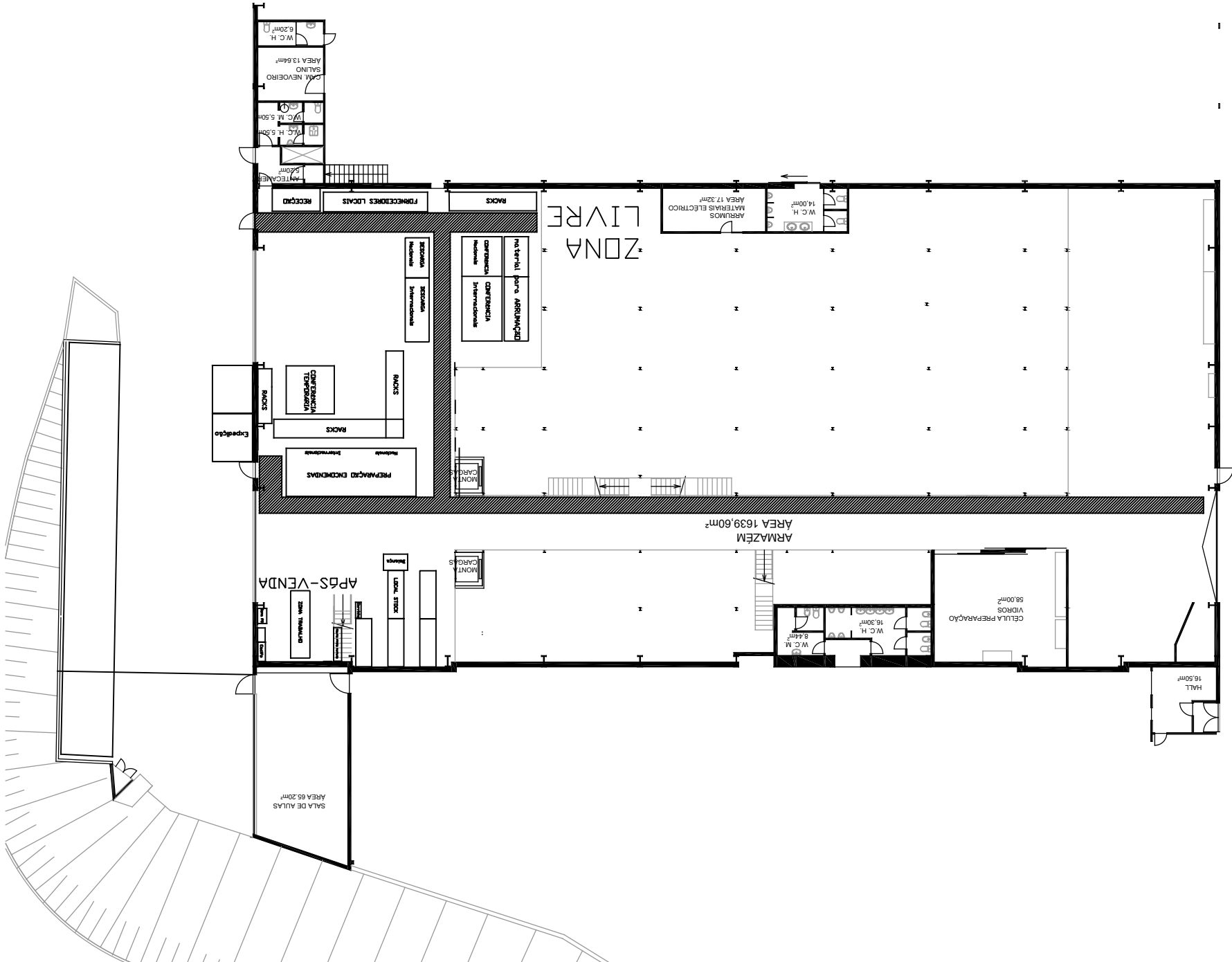
Anexo 3: *Layout* armazém lote + vidros (Antes piso 1)



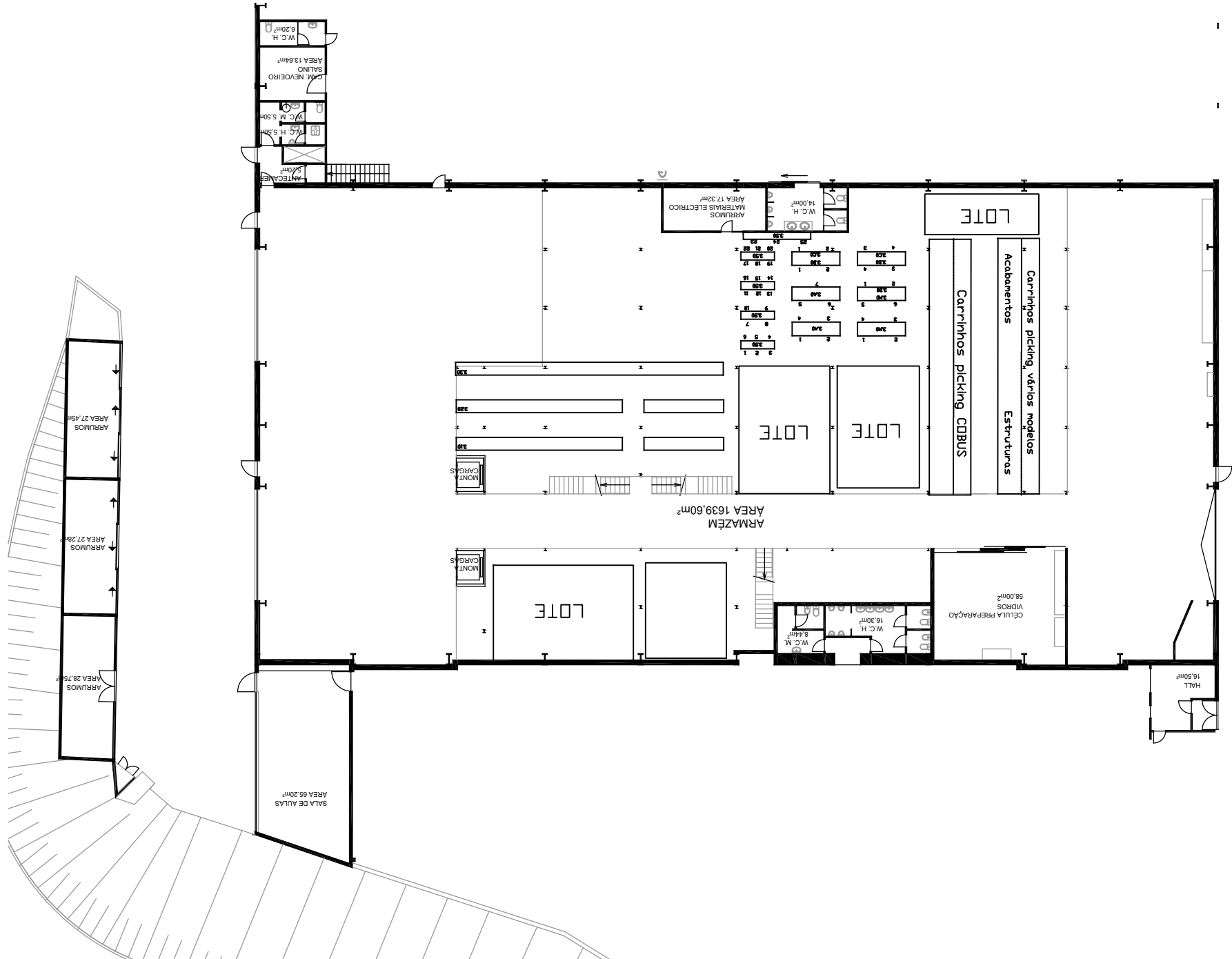
Anexo 4: *Layout* armazém receção (proposta solução 1)



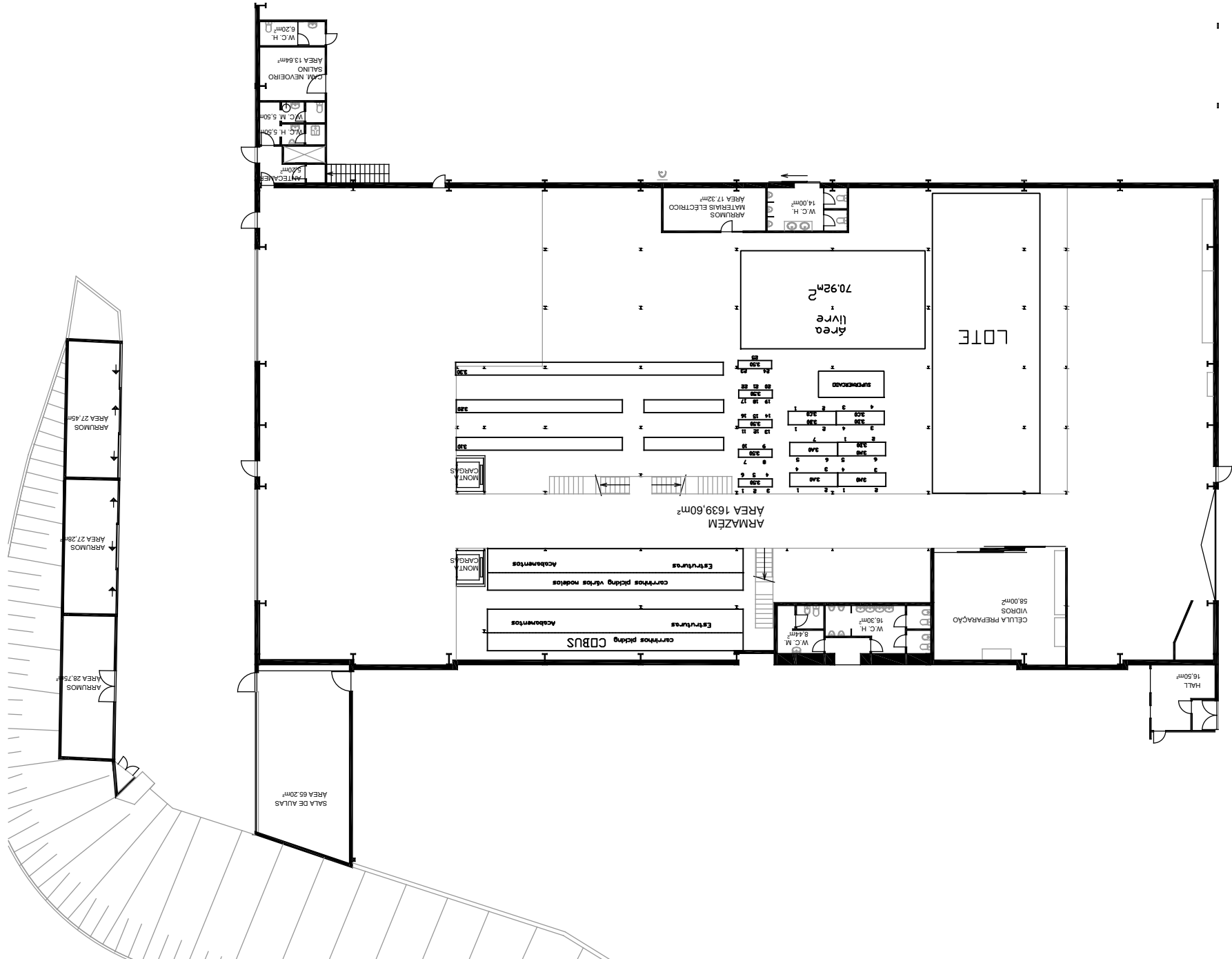
Anexo 5: *Layout* armazém receção (proposta solução 2)



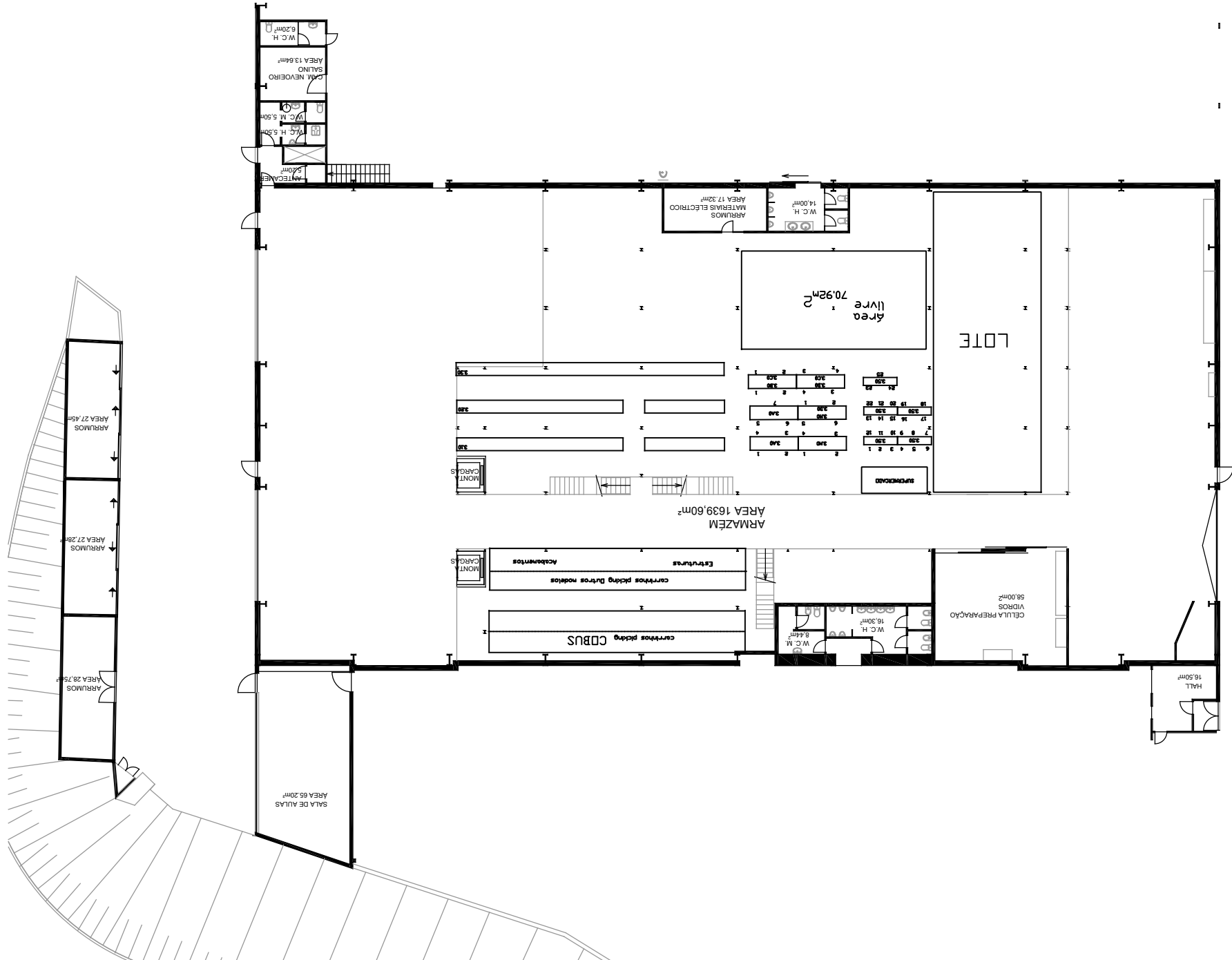
Anexo 6: *Layout* armazém lote (proposta solução 1)



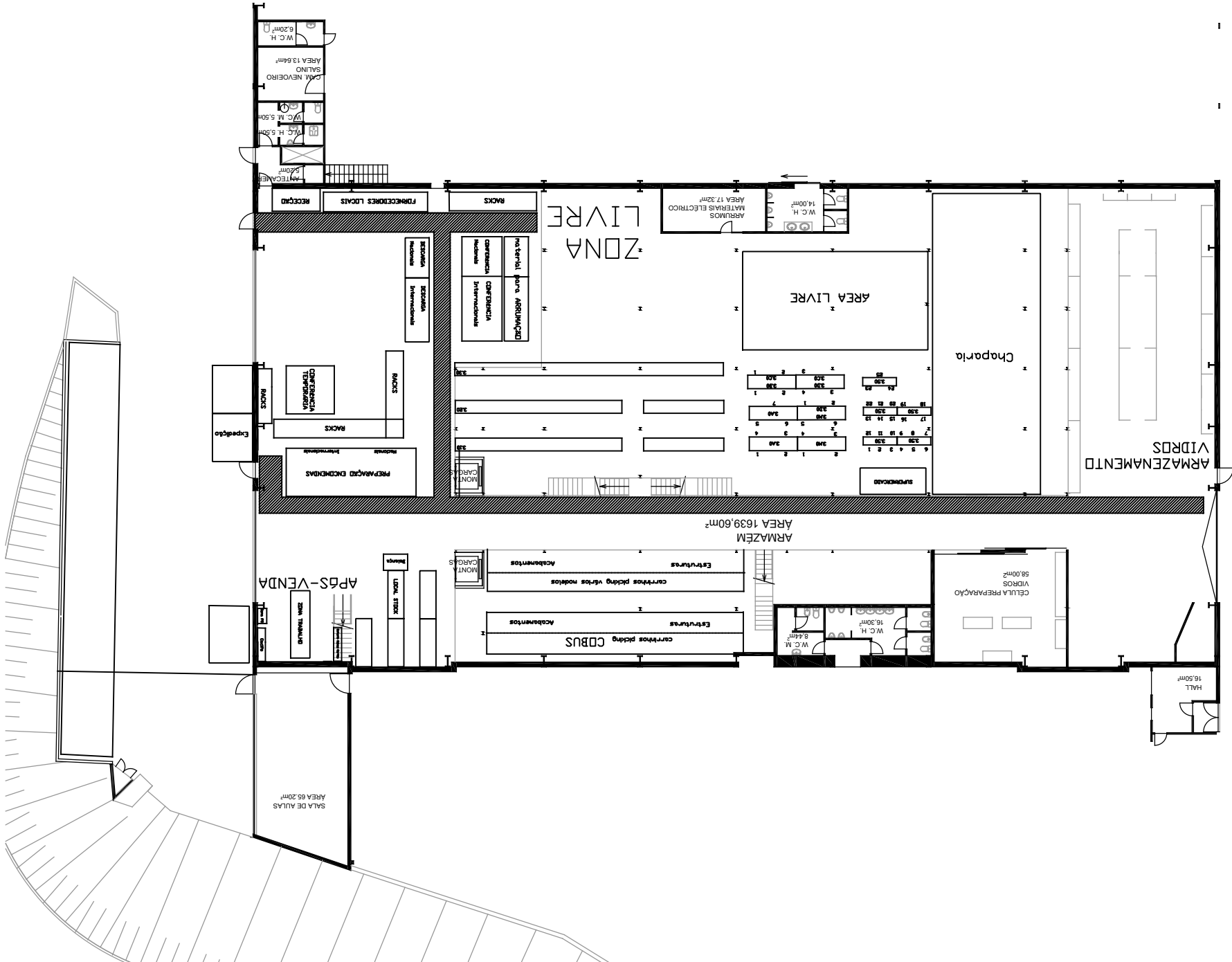
Anexo 7: *Layout* armazém lote (proposta solução 2)



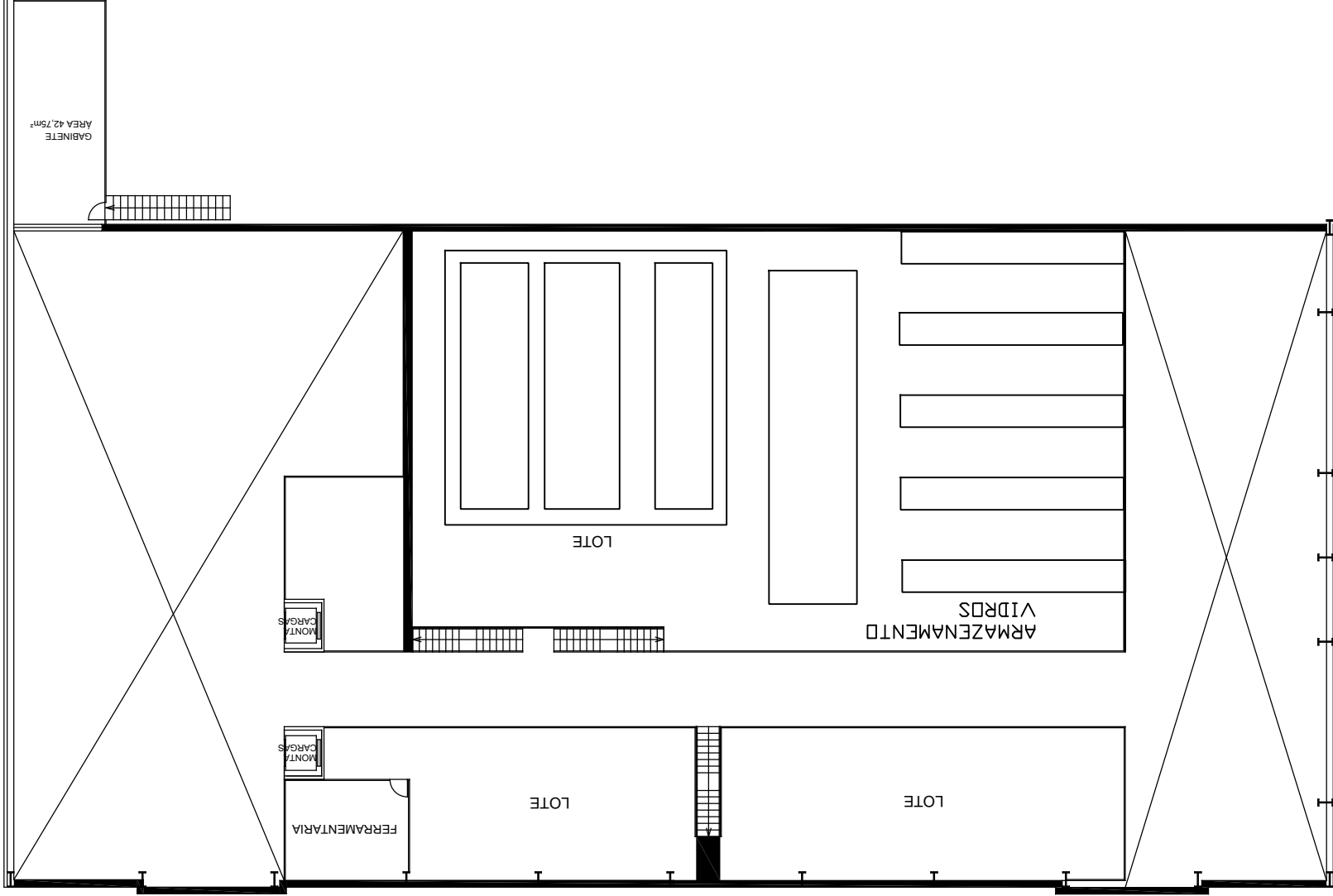
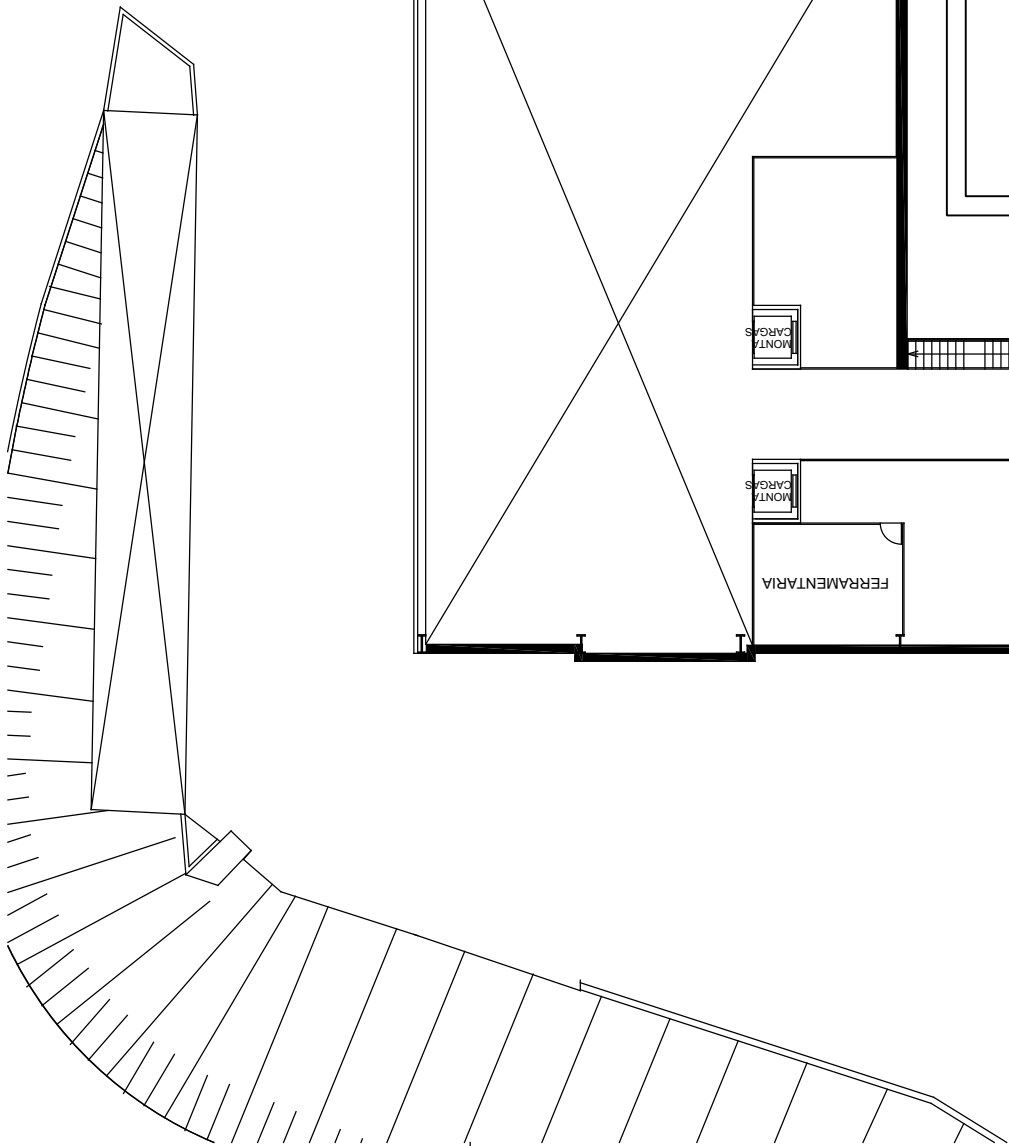
Anexo 8: *Layout* armazém lote (proposta solução 3)




Anexo 9: *Layout* armazém receção + lote + Vidros (Depois piso 0)

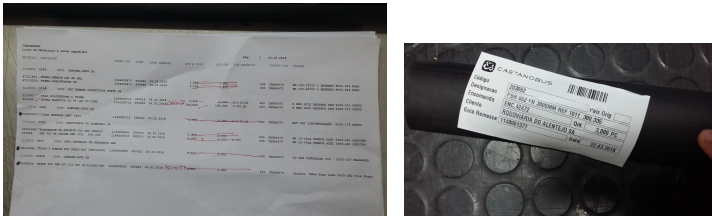



Anexo 10: *Layout* armazém receção + lote + Vidros (Depois piso 0)




Anexo 11: Norma de Embalamento – após-venda

 CAETANOBUS	Normas de Armazém		Nº
	Norma Após-venda: Embalamento de materiais		1/2

Etapa	Descrição	Imagem
1	Antes do embalamento dos materiais, efetuar o <i>picking</i> e etiquetagem dos mesmos.	
2	<p><u>Embalamento geral</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Preparar a caixa de embalamento com cartão, tendo em consideração as dimensões do material a embalar; - Resguardar o material com plástico <i>Piloflex</i>; - Acondicionar a caixa se necessário (papel, <i>Piloflex</i> ou filme estirável) e fechar a caixa; - Cintar a caixa de embalamento; - Retirar peso e medidas da caixa de embalamento; - Emitir documentos (fatura); - Colocar documentos na bolsa de plástico; - Colocar caixas na zona de expedição; - Se necessário, colocar etiqueta "Frágil". 	


Data	Realizado	Verificado/Aprovado	Revisão
22-03-2018	Andreia Freitas	José Manuel Soares	01



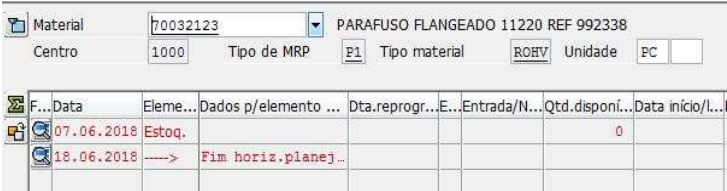

 CAETANOBUS	Normas de Armazém	Nº
	Norma de Após-venda: Embalamento de materiais	2/2

Etapa	Descrição	Imagem
3	<p><u>Embalamento de Vidros</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Preparar a caixa de embalamento (madeira) com cartão ou cavalete, tendo em consideração as dimensões do material a embalar; - Resguardar o vidro com plástico <i>Piloflex</i> (caixa de madeira); - Colocar o vidro na embalagem adequada, acomodar se necessário com cartão e fechar a mesma com material apropriado; - Retirar peso e medidas da caixa de embalamento; - Emitir documentos (fatura); - Colocar documentos na bolsa de plástico; - Colocar vidros embalados na zona de expedição; <p>Se necessário, colocar etiqueta "Frágil".</p>	 

Data	Realizado	Verificado/Aprovado	Revisão
22-03-2018	Andreia Freitas	José Manuel Soares	01

Anexo 12: Instrução de Trabalho – locais de *stock*

2	 CAETANO BUS	INSTRUÇÃO DE TRABALHO	1	IT 324 - 092 - 000xx
4	LOG		3	
5 Designação: Análise dos locais de <i>stock</i>				
Distribuição: LOG				

6	Etapa	Descrição	Imagem
1	Periodicamente, consoante a escala determinada, deve-se averiguar os locais de <i>stock</i> . Objetivo principal: Libertar locais de <i>stock</i> em caixas vazias.		
2	Analisar em SAP os códigos das caixas vazias (md04). Caso o material em causa não possua <i>stock</i> , nem necessidades em SAP, limpar local de <i>stock</i> (mm02) e passar para etapa seguinte; caso contrário, a caixa mantém-se com a etiqueta identificada.		
3	Retirar código e colocar etiqueta verde na caixa, de forma a indicar que a caixa se encontra livre e pode ser utilizada para armazenar outro material.		

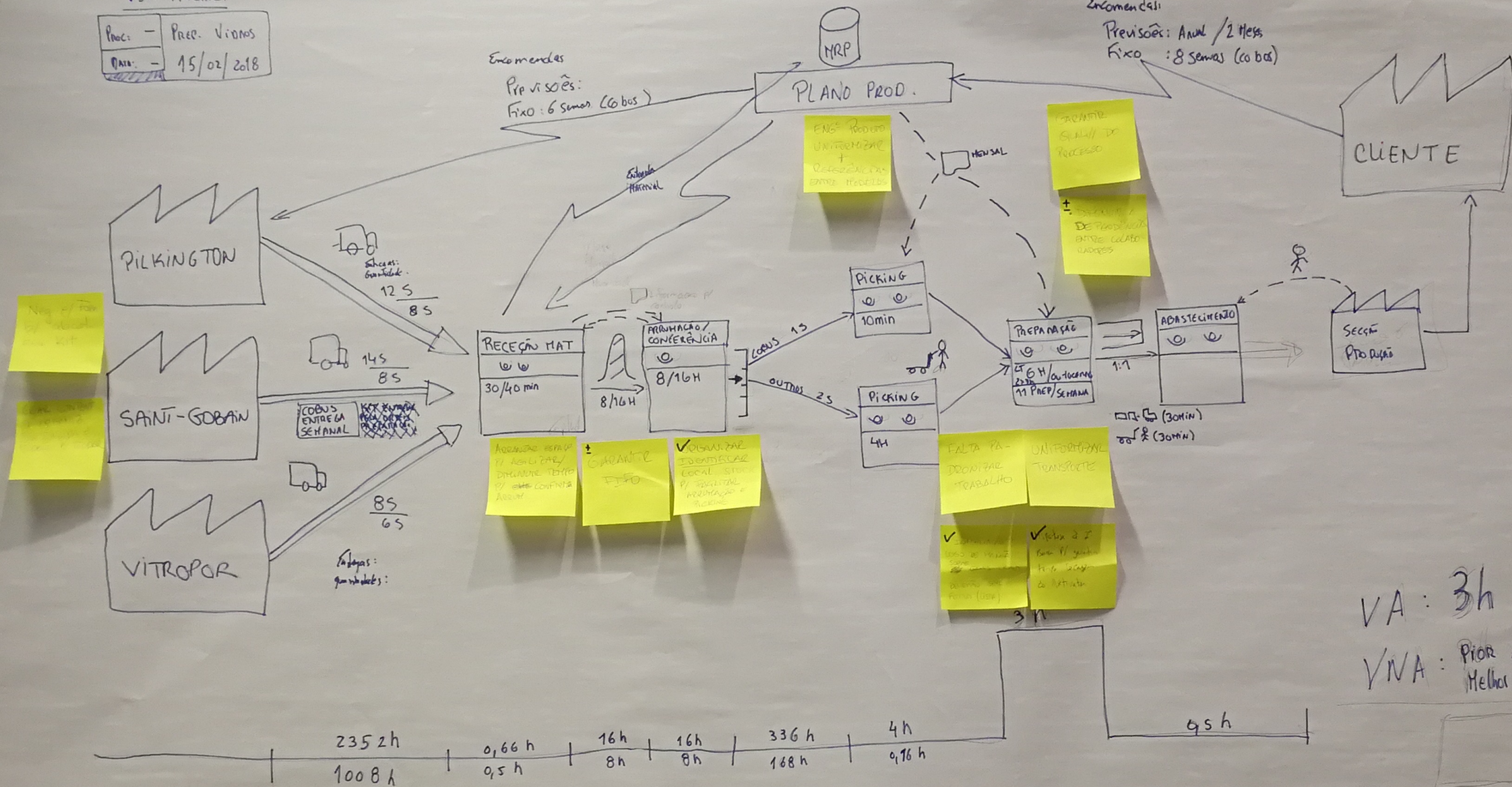
7	DATA	8	ELABORAÇÃO	9	APROVAÇÃO	10	ALTERAÇÃO	11	ARQUIVO
	07-06-2018		Andreia Freitas		Paulo Cunha		01		PR03.1

Proc: - Prep. Vinos
Data: - 15/02/2018

Encargos
Previsões:
Fixo: 6 meses (60 dias)

Encomenda:
Previsões: Anual / 2 meses
Fixo: 8 semanas (cobos)


- VSM Atual
- Processo Preparação Vidros
- Data: 15/02/2018⁸






VA : 3h


VNA : Pior 2725 h = 0,11 %
Melhor : 1193 h = 0,25 %




Anexo 14: Instrução de Trabalho – vidros

2	 CAETANO BUS	INSTRUÇÃO DE TRABALHO	1	IT 324 - 092 - 00009
4	LOG		3	1/2
5	Designação: Preparação e abastecimento de vidros			
	Distribuição: LOG			

6	Etapas	Descrição	Imagem
	1	<u>Localizar vidros:</u> Kit COBUS 3002 + Vidros 51642610 LEVANTE: Posto de preparação; Outros modelos: armazém geral de vidros.	-
	2	Vidros “soltos” ou em espera: Suportes no posto de preparação.	
	3	Preparar carrinho de transporte.	-
	4	Colocar vidro na mesa de trabalho.	-
	5	Limpar beira exterior e analisar riscos no vidro. Em caso de presença de risco(s) tentar corrigi-lo(s); caso contrário informar QES.	-
	6	Colocar fita de papel em volta do vidro para proteção do processo de colagem.	
	7	Colocar fita de plástico nas faces de selagem.	

7	DATA	8	ELABORAÇÃO	9	APROVAÇÃO	10	ALTERAÇÃO	11	ARQUIVO
	15.12.2017		Andreia Freitas				01		PR03.1

2	 CAETANO BUS	INSTRUÇÃO DE TRABALHO	1	IT 324 - 092 - 00009
4	LOG		3	2/2
5	Designação: Preparação e abastecimento de vidros			
	Distribuição: LOG			

6	8	Limpar zona de preparação com <i>Sika Aktivator-100</i> .	
	9	Tempo de espera secagem: 10 minutos.	-
	10	Preparar zona de colagem com <i>Sika Primer-206</i> .	
	11	Colocar vidro preparado no carrinho. Aquando de carrinho abastecido, identificá-lo com PEP.	-
	12	Colocar carrinho na zona de abastecimento.	
	13	De acordo com as necessidades da linha, colocar carrinho no bordo de linha - <i>Mizusumachi</i> .	-

7	DATA	8	ELABORAÇÃO	9	APROVAÇÃO	10	ALTERAÇÃO	11	ARQUIVO
	15.12.2017		Andreia Freitas				01		PR03.1

Anexo 17: Artigo científico – “*Hybrid Warehouse Efficiency Improvement*”



‘29th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing
(FAIM2019), June 24–28, 2019, Limerick, Ireland

Improving Efficiency in a Hybrid Warehouse

Andreia Margarida Freitas¹, F. J. G. Silva¹, Luís Pinto Ferreira¹

ISEP – School of Engineering, Polytechnic of Porto, R. Dr. Ant^o Bernardino de Almeida, 431, 4200-072 Porto, PORTUGAL

Abstract

Logistics has assumed a determining position in the supply chain of each organization. This paper concerns work carried out in a bus manufacturing organization with the aim of improving efficiency in its hybrid warehouse. A hybrid warehouse could be considered as one that mixes several different activities (reception, storage area, picking, shipping, supply to production lines and production preparation tasks) and brings together many different materials or raw materials and components. This factor led to the appearance of innumerable management methods to improve employee performance. These are intended to meet the needs of their customers, from the motto "do more with less". The work developed in a hybrid warehouse allows to detect logistic complaints related to communication failures between employees, the reduced efficiency in the activities like check of raw materials or components and respective picking, the lack of space for their receipt and storage and the non-compliance of the FIFO stock management system. It is imperative that organizations can redefine internal spaces and flows, generating a more efficient and intuitive work and admit an opportunity for improvements in terms of space and content management, and hence, cost savings for an organization. The combination of Lean tools was implemented, and the results have been checked, showing a significant impact in the hybrid warehouse, with annual gains through the optimization of several activities: employee turnover (decrease by at 50%), check and picking times (decrease in about 75 minutes/picking) and better working conditions for employees.
